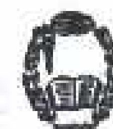
I. BERENZ ing. W. FRIEDRICH ing. P. KIRI A. SZABÓ

MANUALUL CEASORNICARULUI

Vol. II

pentru şcoli profesionale



EDITURA DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ
BUCUREŞTI – 1977

Manualul constituie o reeditare a ediției 1971

Redactor : ing. *D. HRINCU*

Tehnoredactor : *MIREA ION*

Plan ed. 12154. Tiraj 500 + 50 ex. leg. 1/2. Coli de tipar 22. Apărut 1977.

PARTEA ÎNTÎI

Ceasornicul de mînă și de buzunar

CAPITOLUL I

GENERALITĂȚI

Ceasornicele de mînă și de buzunar sînt prin definiție ceasornice portabile, adică ceasornice care trebuie să funcționeze corect în cele mai diferite poziții. Din această cauză regulatorul lor trebuie să fie neapărat insensibil la schimbarea poziției de funcționare, adică să oscileze în jurul propriului centru de greutate. Acest regulator este balansierul, care în vederea menținerii lui în mișcare de oscilație, are nevoie de un moment director (de revenire) furnizat de către un arc spiral. Trebuie însă avut în vedere faptul că pozițiile de funcționare se schimbă foarte des și cu o viteză destul de însemnată, deoarece, spre deosebire de ceasornicul deșteptător, ceasornicele de mînă sînt în permanentă mișcare. Este deci necesar ca regulatorul și eșapamentul ceasornicelor de mînă și de buzunar să nu fie influențate de forțele exterioare, adică de mișcările purtătorului, respectiv influența acestora să fie neglijabilă. Această independență în funcționarea corectă a ceasornicelor de mînă și de buzunar față de factorii externi (mișcările purtătorului) se poate obține numai:

a) dacă balansierul execută o mișcare de oscilație cu amplitudine mare, amplitudinea (elongația maximă) fiind cuprinsă între 180 și 315°. Această amplitudine mare este necesară întrucît un corp care oscilează cu o viteză mare este mai puțin influențat în oscilația lui de anumite perturbații din exterior decît un corp care execută oscilații mici, adică are amplitudine și viteză mică;

b) dacă eșapamentul poate fi adaptat la condițiile care rezultă din a).

Pentru formarea unei imagini asupra duratei extrem de reduse în care eșapamentul ceasornicelor portabile efectuează un ciclu complet de lucru care cuprinde ridicarea paletei de intrare, eliberarea roții eșapa-

mentului (roții ancoră), transmiterea impulsului ancorei și, prin intermediul furcii balansierului, coborîrea paletei de ieșire în spațiul dintre doi dinți ai roții eșapamentului și în final oprirea roții eșapamentului, se poate face următorul raționament:

Majoritatea ceasornicelor portabile execută 18 000 de oscilații pe oră, fiecare oscilație corespunzînd unei bătăi, respectiv transmiterii unui impuls. Aceasta înseamnă că într-o secundă vor avea loc 18 000 : 3 600 = 5 oscilații. Deci timpul pentru o oscilație (din poziția mijlocie în poziția extremă și înapoi în poziția mijlocie) este de 1/5 = 0,2 s.

Se consideră un ceasornic de calitate bună, adică oscilațiile au o amplitudine mare (de exemplu de 270°) și, pentru simplificare, se presupune că viteza unghiulară este constantă. Dacă se mai admite că balansierul parcurge un unghi de 30° în intervalul de timp în care are loc întregul ciclu de lucru al eșapamentului, interval de timp în care se păstrează o legătură cinematică între eșapament și regulator, rezultă că acest interval de timp t este:

$$t = \frac{1}{540} \cdot 30 \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{90} s$$

În realitate acest timp este mai mic, viteza fiind maximă în momentul trecerii balansierului prin poziția mijlocie unde are loc și transmiterea impulsului, iar o dată cu apropierea de poziția extremă scade, fiind chiar zero în momentul întoarcerii.

Ținîndu-se seamă și de faptul că forțele transmise eșapamentului de către mecanismul de transmisie sînt mici și că acestea trebuie transmise regulatorului sub forma unor impulsuri cu pierderi minime, iar toate acestea se petrec într-un timp foarte scurt, rezultă că aceste mecanisme (eșapamentul și regulatorul) ale ceasornicelor portabile reclamă o serie de condiții de care trebuie să se țină seamă la construcția lor.

Astăzi în construcția ceasornicelor portabile mecanice se folosește aproape exclusiv eșapamentul liber de tip ancoră. Numai la ceasornicele de construcție mai veche se mai întîlnește și eșapamentul cilindru care face parte din categoria eșapamentelor nelibere. În ultimii ani, în scopul măririi preciziei de funcționare a ceasornicelor de mînă, numărul de oscilații pe oră a fost mărit pînă la circa 27 000. Eșapamentul liber de tip ancoră însă nu permite o creștere și mai mare a vitezei de oscilație a regulatorului, respectiv o reducere și mai mare a timpului necesar efectuării ciclului de lucru al eșapamentului. În tendința de obținere a unor ceasornice foarte precise pentru uz general a fost descoperit un nou tip de eșapament numit clinergic care permite și 36 000 oscilații pe oră.

Ceasornicele de mînă și de buzunar, ambele fiind ceasornice portabile, nu se diferențiază din punct de vedere principial și constructiv; de aceea ele vor fi tratate împreună. Există doar deosebiri dimensionale. Diferențele de calitate se întîlnesc atît în cadrul ceasornicelor de mînă cît și la cele de buzunar. Calitatea unui ceasornic depinde de foarte mulți factori și anume: calitatea arcului, calitatea eșapamentului, calitatea regulatorului de precizie, prelucrarea pieselor componente, calitatea fusurilor și lagărelor. Numărul de pietre (rubine) singur nu poate constitui un criteriu de apreciere a calității.

Mărimea mecanismului, la ceasornicele de buzunar și de mînă se indică prin valoarea diametrului la mecanismele rotunde și a lungimii și lățimii la mecanismele dreptunghiulare respectiv ovale. Deoarece Elveția, în producția ceasornicelor de mînă și de buzunar, ocupă un loc de frunte, multe denumiri și unitățile privind mărimea mecanismelor au fost preluate pe scară mondială din această țară. Din acest motiv în indicarea mărimii (calibru) unui mecanism se utilizează „linia" notată cu ‴. O linie elvețiană corespunde la 2,256 mm. Astfel un mecanism rotund mic de calibru $8^3/_4$‴ are diametrul de 19,74 mm. Echivalența între linie și milimetri este dată în tabela 1.

Ceasornicul de mînă și de buzunar are următoarele părți (mecanisme) funcționale principale:

— mecanismul remontor sau mecanismul de armare;

TABELA 1

Echivalența între „Linie" (‴) și milimetri

Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri
1‴	2,26	6‴	13,53	11‴	24,81	16‴	36,09	21‴	47,37
1/4	2,82	1/4	14,10	1/4	25,38	1/4	36,66	1/4	47,94
1/2	3,38	1/2	14,66	1/2	25,94	1/2	37,22	1/2	48,50
3/4	3,95	3/4	15,23	3/4	26,51	3/4	37,79	3/4	49,07
2‴	4,51	7‴	15,79	12‴	27,07	17‴	38,35	22‴	49,63
1/4	5,08	1/4	16,35	1/4	27,63	1/4	38,91	1/4	50,19
1/2	5,64	1/2	16,92	1/2	28,20	1/2	39,48	1/2	50,76
3/4	6,20	3/4	17,48	3/4	28,76	3/4	40,04	3/4	51,32
3‴	6,77	8‴	18,05	13‴	29,33	18‴	61,04	23‴	51,88
1/4	7,33	1/4	18,61	1/4	29,89	1/4	41,17	1/4	52,45
1/2	7,90	1/2	19,17	1/2	30,45	1/2	41,73	1/2	53,01
3/4	8,46	3/4	19,74	3/4	31,02	3/4	42,30	3/4	53,58
4‴	9,02	9‴	20,30	14″	31,58	19‴	42,86	24‴	54,14
1/4	9,59	1/4	20,87	1/4	32,15	1/4	43,43	1/4	54,71
1/2	10,15	1/2	21,43	1/2	32,71	1/2	43,99	1/2	55,27
3/4	10,72	3/4	21,99	3/4	33,27	3/4	44,55	3/4	55,83
5‴	11,28	10‴	22,56	15‴	33,84	20‴	45,12	25‴	56,40
1/4	11,84	1/4	23,12	1/4	34,40	1/4	45,68	1/4	56,96
1/2	12,41	1/2	23,69	1/2	34,97	1/2	46,25	1/2	57,53
3/4	12,97	3/4	24,25	3/4	35,53	3/4	46,81	3/4	58'09

— mecanismul motor sau acționar;
— mecanismul de transmisie;
— eșapamentul;
— regulatorul;
— mecanismul indicatoarelor (mecanismul arătătoarelor);
— mecanisme auxiliare sau suplimentare.

Față de ceasornicele mecanice parcurse pînă în prezent se observă existența unui mecanism nou neîntîlnit la ceasornicele pendul și deșteptătoare și anume mecanismul remontor. Acest mecanism servește la armarea arcului mecanismului motor și în același timp este combinat cu sistemul de reglare (potrivire la timp) a indicatoarelor. La ceasornicele mari (deșteptătoare și pendul) la armare servește o cheie fixată direct pe axul motor printr-un filet sau pe un cap pătrat al axului fie pe partea capacului fie pe cea a cadranului. Manevrarea indicatoarelor se face fie printr-un buton montat pe axul minutar în partea dinspre capac fie direct cu mîna. La ceasornicele de buzunar și de mînă aceste soluții nu mai sînt aplicabile. Astfel, mecanismul ceasornicelor de buzunar și de mînă este montat într-o carcasă de dimensiuni reduse la care capacul și geamul trebuie să închidă cît mai ermetic, deci nu poate fi prevăzută cu orificii pentru axele de armare sau reglare. Din mecanism un singur ax străpunge carcasa (lateral) pe care se fixează o coroană remontoare cu ajutorul căreia și al mecanismului remontor din interiorul carcasei trebuie rezolvate atît armarea cît și potrivirea indicatoarelor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt condițiile deosebite impuse ceasornicelor portabile?
2. Care sînt eșapamentele folosite astăzi la ele?
3. Cum se indică mărimea (calibrul) mecanismului?
4. Care sînt mecanismele componente și ce rol au fiecare?

CAPITOLUL II

MECANISMUL REMONTOR

1. Generalități

Ceasornicele de buzunar și de mînă se fabrică astăzi numai cu mecanismul remontor de tip cu coroană.

Mecanismul remontor este cuplat totdeauna cu mecanismul de reglare a indicatoarelor care este acționat, ca și armarea mecanismului motor,

prin rotirea coroanei remontoare. Mecanismul remontor constituie cuplajul cel mai mic din mecanica fină. La acest mecanism se disting cinci faze de lucru:

— armarea la rotirea înainte;
— cursa de înapoiere în gol la rotirea în sens contrar;
— cuplarea (comutarea) pe poziția de potrivire a indicatoarelor;
— reglarea indicatoarelor în mersul „înainte";
— reglarea indicatoarelor în mersul „înapoi".

În componența mecanismul remontor intră mai multe elemente ca: roți dințate, pinioane, pîrghii, arcuri și fusuri. Datorită solicitărilor deosebit de mari toate aceste elemente se execută din oțel și sînt tratate termic (îmbunătățite).

Avantajele mecanismului remontor sînt următoarele:

— armarea ceasornicului se execută cu carcasa închisă;
— armarea se realizează la rotirea coroanei remontoare în sensul „înainte"; mecanismul permite rotirea în gol în sensul „înapoi" și deci degetele nu trebuie ridicate (îndepărtate) de pe coroana remontoare;
— comutarea simplă pe poziția de reglare a indicatoarelor;
— reglarea indicatoarelor prin rotirea în ambele sensuri a coroanei remontoare;
— armarea și reglarea indicatoarelor se execută cu o singură mînă prin rotirea coroanei remontoare.

Ceasornicele cu armare automată, la care armarea se execută tocmai datorită mișcărilor executate de purtător, sînt prevăzute și cu mecanism remontor. Acest lucru este necesar pe de o parte pentru a crea posibilitatea reglării indicatoarelor, iar pe de altă parte pentru armarea ceasornicului dacă acesta nu este purtat dar trebuie să funcționeze un timp mai îndelungat.

2. Tipuri constructive

Mecanismul remontor a apărut prima dată în secolul al XVIII-lea într-o formă rudimentară și simplă, cunoscînd în continuare o serie de îmbunătățiri. La perfecționarea mecanismului remontor au contribuit pe rînd Beaumarchis, Ingeld, Breguet și în special Adriene Phillipe. În prezent se cunosc aproximativ 300 variante constructive ale mecanismului de armare.

a. **Mecanismul remontor cu buton de apăsare** (fig. 1). Prin apăsarea spre interior (în sensul săgeții) a butonului de apăsare *2*, cu unghia degetului, se deplasează pîrghia *1* sprijinită de un arc *6* antrenînd pinionul remontor *4* care alunecă pe o porțiune pătrată a axului remontor *7*. În acest fel dantura frontală inferioară a pinionului *4* va intra în angrenare

cu roata de reglare a indicatoarelor 5 care angrenează cu roata schimbătoare. Pinionul remontor fiind montat liber pe o porțiune pătrată a axului, se va roti o dată cu coroana remontoare, indiferent dacă ea se află în poziția superioară sau inferioară.

Roata dințată de transmisie 3 este liberă pe axul remontor astfel încît axul se poate roti independent de ea. Această roată angrenează cu o roată dințată situată într-un plan perpendicular pe planul ei, care la rîndul ei se află în angrenare cu roata casetei (montată rigid pe axul motor). În poziția descrisă mai sus, adică pentru reglarea indicatoarelor, roata 3 este în poziție de repaus (nu se rotește). Cînd butonul 2 nu este apăsat, dantura frontală superioară a pinionului 4, avînd forma unei danturi înclinate, formează cu dantura frontală a roții de transmisie 3 un cuplaj cu transmiterea mișcării într-un singur sens și anume în sensul armării. Rotindu-se coroana remontoare în sensul armării, roata 3 se va roti datorită cuplajului menționat și se va produce armarea arcului. La rotirea în sens contrar a coroanei remontoare, cuplajul nu mai transmite mișcarea de la pinionul 4 la roata de transmisie 3 și coroana se rotește în gol. În poziția în care butonul de apăsare este împins înspre interior, adică pentru reglarea indicatoarelor, cuplajul este desfăcut. Acest sistem nu este comod și nu se mai utilizează astăzi.

b. **Mecanismul remontor cu zăvor** (fig. 2). Funcționarea acestui mecanism este identică cu cea a mecanismului remontor descrisă la punctul a, cu deosebirea că pîrghia este acționată de data aceasta de zăvorul *1* care

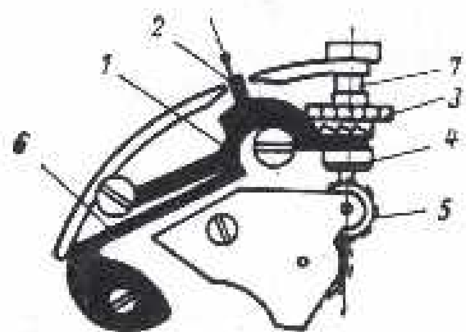


Fig. 1. Mecanismul remontor cu buton de apăsare.

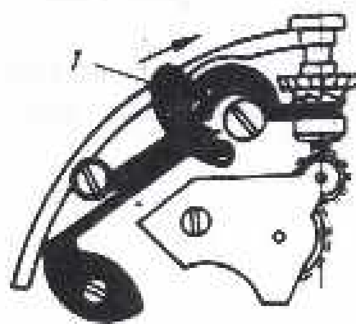


Fig. 2. Mecanismul remontor cu zăvor.

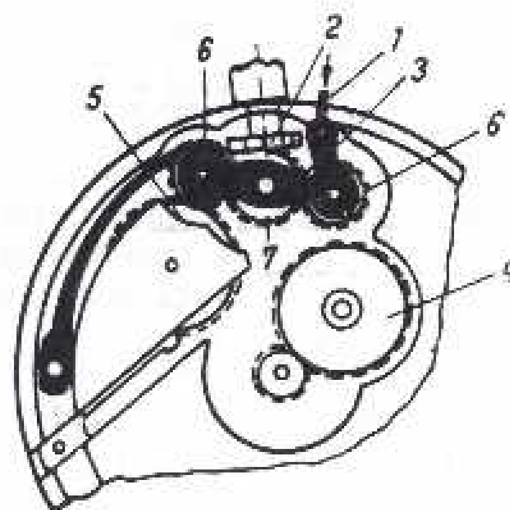


Fig. 3. Mecanismul remontor cu pod basculant și buton de apăsare.

se deplasează la reglarea indicatoarelor în direcția săgeții și se menține în acea poziție.

c. **Mecanismul remontor cu pod basculant și buton de apăsare.** Acest mecanism este reprezentat în figura 3 și constă din podul oscilant *3* în care sînt montate trei roți dințate. Roata centrală *7* angrenează cu roata de reglare a indicatoarelor *6* și cu roata *6'*, care transmite mișcarea la mecanismul motor.

După cum butonul de apăsare *1* este apăsat sau nu, prin rotirea coroanei axului remontor mișcarea se va transmite la mecanismul indicatoarelor prin angrenajul *2-7-6-4* (*4* este roata schimbătoare) sau la mecanismul motor prin angrenajul *2-7-6'-5*. Roata dințată *5*, numită roata casetei (roata clichet) este fixată rigid pe axul motor și îndeplinește rolul roții clichet. Clichetul intră în spațiul dintre dinții acestei roți, permițînd rotirea în sensul armării și oprind desfășurarea arcului prin rotirea axului motor în sensul contrar armării. Nici acest sistem nu se mai utilizează astăzi.

Toate variantele prezentate pînă acum au dezavantajele că manevrarea lor nu este comodă, fiind necesară folosirea ambelor mîini pentru reglarea indicatoarelor și că în carcasă sînt practicate două orificii.

Astăzi se folosesc numai mecanismele remontoare la care comutarea de pe poziția de armare la cea de reglare a indicatoarelor se face prin tragerea coroanei axului remontor înspre exterior.

d. **Mecanismul remontor cu cuplaj** (fig. 4). Principiul acestui mecanism este astăzi cel mai des întîlnit.

Axul remontor *2* (fig. 4, *b*) este susținut de carcasa ceasornicului și este orientat perpendicular pe axa mecanismului. Pe acest ax se află roata de transmisie *3* cu o dantură cilindrică și o dantură frontală înclinată de

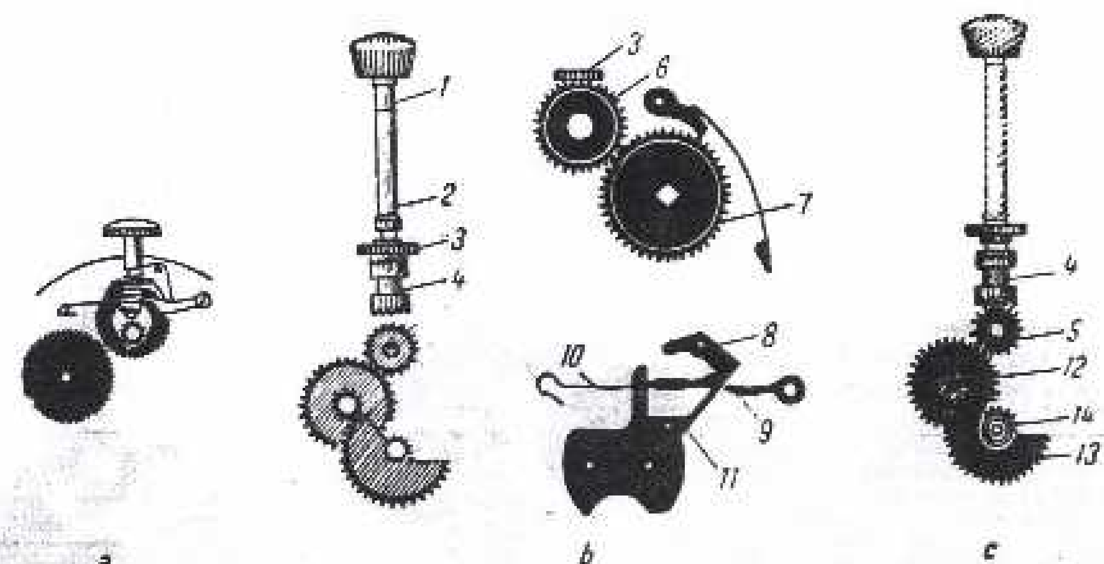


Fig. 4. Mecanismul remontor cu cuplaj:

a — în poziția nearmat; *b* — în poziția de armare; *c* — în poziția de reglare a indicatoarelor; *1* — coroana remontoare; *2* — axul remontor; *3* — roata de transmisie; *4* — pinionul remontor (sau pinionul alunecător); *5* — roata de reglare a indicatoarelor; *6* — roata intermediară; *7* — roata casetei sau roata clichet; *8* — tiretă sau pîrghie comutatoare; *9* — pîrghie; *10* — arcul pîrghiei; *11* — podul remontorului; *12* — roata schimbătoare și pinion; *13* — roata orară; *14* — pinion pătrar.

clichet. Această roată are o gaură rotundă și se sprijină pe un umăr în dantura frontală înclinată de clichet — a pinionului alunecător. La partea inferioară acest pinion este prevăzut cu o dantură frontală obișnuită. Acest pinion este calat pe o parte pătratică a axului formînd un ajustaj alunecător. În canalul pinionului intră pîrghia *9*, care datorită apăsării pîrghiei comutatoare la scoaterea coroanei, va realiza angrenarea acestuia cu roata de reglare a indicatoarelor.

Roata de transmisie *3* angrenează cu roata intermediară *6*. Aceste două roţi sînt dispuse în două plane perpendiculare. Roata intermediară transmite mişcarea la roata casetei *7*, care îndeplineşte şi rolul roţii clichet. Pentru comutare serveşte tireta sau pîrghia comutatoare *8*. Aceasta se poate roti în jurul unui şurub cu umăr montat în platina ceasornicului numit şurubul tiretei. Un capăt al pîrghiei comutatoare intră într-un canal al axului remontor. Celălalt capăt se sprijină pe pîrghia *9* şi la scoaterea coroanei (fig. 4, c) aduce pinionul alunecător în angrenare cu roata de reglare a indicatoarelor *5*. Aceasta transmite mişcarea la roata schimbătoare *12*, de unde mişcarea se transmite la pinionul pătrar *14* şi roata orară *13*.

Denumirea mecanismului provine de la un cuplaj care se formează între roata de transmisie şi pinionul alunecător. Acest cuplaj avînd dinţi frontali înclinaţi transmite mişcarea şi energia către mecanismul motor in sensul armării; şi permite mersul, respectiv rotirea în gol a coroanei în sens contrar.

Datorită existenţei pîrghiei comutatoare numită tiretă, mecanismul mai este denumit şi mecanism remontor cu tiretă sau pîrghie comutatoare. Mecanismul cu pod basculant posedă de asemenea o pîrghie comutatoare însă nu are cuplajul menţionat, motiv pentru care se consideră că denumirea mai corectă este cea utilizată în acest manual.

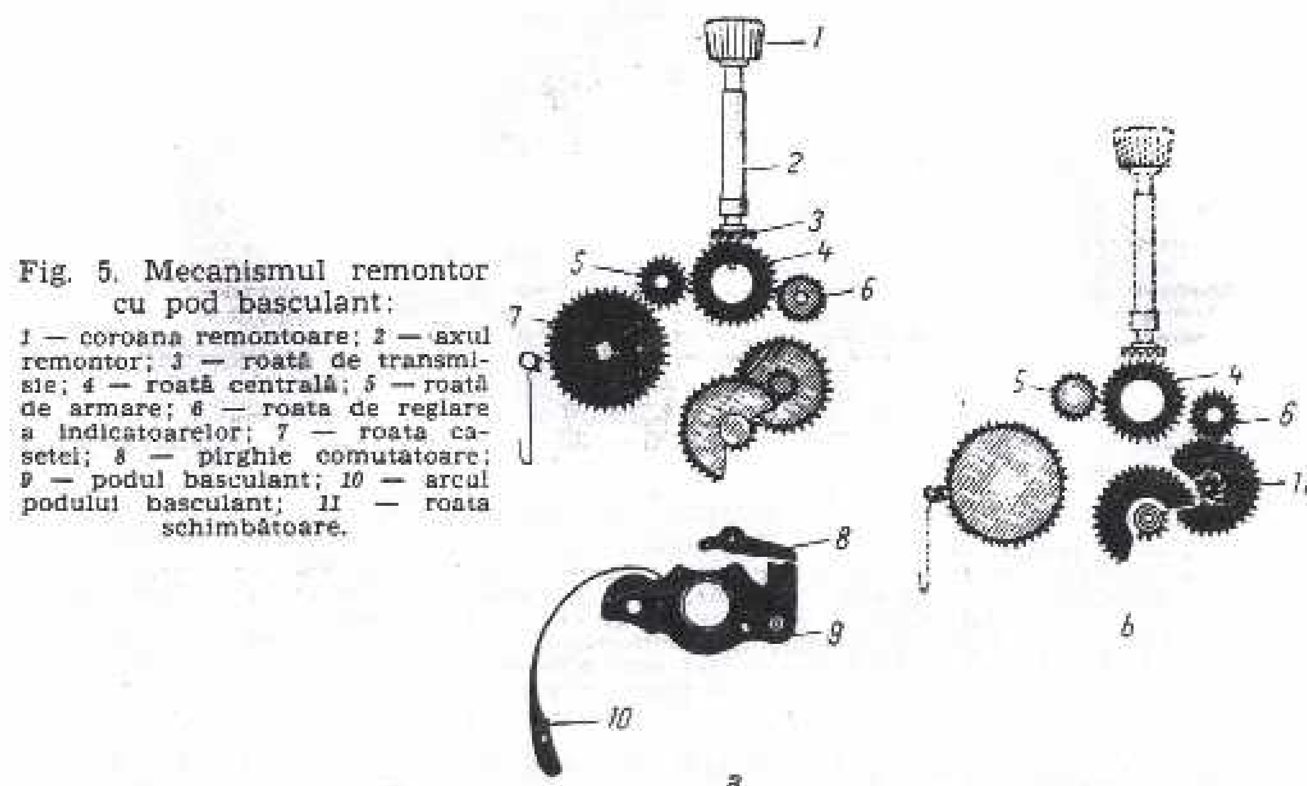


Fig. 5. Mecanismul remontor cu pod basculant:
1 — coroana remontoare; *2* — axul remontor; *3* — roată de transmisie; *4* — roată centrală; *5* — roată de armare; *6* — roata de reglare a indicatoarelor; *7* — roata casetei; *8* — pîrghie comutatoare; *9* — podul basculant; *10* — arcul podului basculant; *11* — roata schimbătoare.

e. **Mecanismul remontor cu pod basculant** (fig. 5). Acest mecanism este mai uşor de realizat, motiv pentru care se foloseşte şi astăzi la ceasornicele de buzunar şi de mînă de calitate inferioară.

Axul remontor *2* poartă pe o parte pătratică roata de transmisie *3* care angrenează cu roata centrală *4*. Axele acestor două roţi sînt perpen-

diculare între ele. Podul basculant poate oscila în jurul unui şurub fixat în platina ceasornicului şi poartă roţile dinţate *4*, *5* şi *6* care angrenează între ele. Datorită arcului *10* podul basculant va ocupa în mod normal poziţia care să realizeze angrenarea între roata de armare şi roata casetei. La mecanismul cu cuplaj mersul în gol la rotirea în sens contrar armării a coroanei a fost posibil datorită cuplajului; aici acest lucru se realizează prin sărirea dinţilor roţii de armare *5* peste dinţii roţii casetei *7*.

Comutarea pe poziţia de reglare a indicatoarelor se execută în mod asemănător ca la mecanismul cu cuplaj descris anterior, cu deosebirea că aici se produce oscilarea podului basculant la scoaterea coroanei, astfel incît să angreneze roata de reglare a indicatoarelor *6* cu roata schimbătoare *11*.

În afara mecanismelor remontoare descrise principial (nu ca variante constructive, deoarece acestea diferă de la o firmă producătoare la alta) mai există aşa-numitul mecanism remontor negativ. Acest tip folosit foarte rar în Europa (doar de firma Zenith din Elveţia) este mai răspîndit în S.U.A. şi are avantajul că mecanismul ceasornicului poate fi scos din carcasă fără să fie necesară scoaterea axului remontor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt fazele de lucru care trebuie îndeplinite de mecanismul remontor?
2. Ce avantaje are mecanismul remontor?
3. Să se descrie funcţionarea mecanismului remontor cu buton de apăsare şi a celui cu zăvor.
4. Prin ce se caracterizează mecanismul remontor cu pod basculant şi buton de apăsare?
5. Cum funcţionează mecanismul remontor modern?
6. Ce alte mecanisme remontoare mai cunoaşteţi? Cum funcţionează ele?

CAPITOLUL III

MECANISMUL MOTOR

1. Mecanismul motor cu casetă mobilă

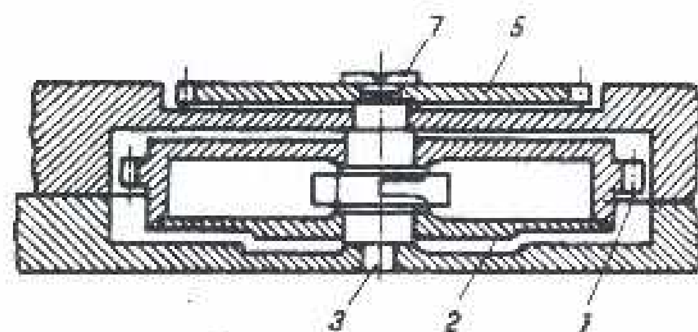
Ceasornicele de buzunar şi de mînă sînt echipate cu un mecanism motor (acţionar) cu casetă mobilă. Arcul motor este montat într-o casetă prevăzută cu capac, caseta nefiind rigid montată pe axul motor ca cea

fixă, ci putîndu-se roti independent de axul motor. Prin aceasta se obțin următoarele avantaje față de cele ale arcului motor fără casetă întîlnit la anumite ceasornice deșteptătoare:

— arcul destins ocupă un loc mai mic lucru foarte important la ceasornicele de dimensiuni mici;

— se asigură transmiterea momentului motor și în timpul armării ceasornicului cu ajutorul mecanismului remontor.

În figura 6 este reprezentat mecanismul motor cu casetă mobilă. Roata motoare *1* formează un tot unitar (corp comun) cu caseta care se închide cu capacul *2* care, fiind apăsat pe casetă, intră într-o degajare (teșire) a casetei unde rămîne fixat. În interiorul casetei se află arcul motor. Capătul interior al arcului este fixat de gheara *4* a axului motor *3*. Capătul exterior al arcului este fixat de peretele casetei folosindu-se formele de agățare reprezentate în figura 7. Axul motor este prevăzut în partea superioară cu o porțiune avînd o secțiune pătratică. Aici este montată roata casetei *5* (v. fig. 6) și fixată cu șurubul *7*.



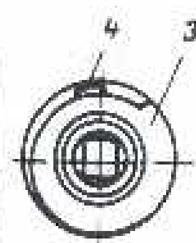


Fig. 6. Mecanismul motor cu casetă mobilă.

Fig. 7. Capete de fixare a arcului.

Roata casetei îndeplinește totodată și rolul roții de clichet. La ceasornicele de buzunar și de mînă cu mecanism remontor se renunță de obicei la roata de clichet separată. Clichetul *6* montat pe platină blochează în acest caz roata casetei. Este evident că în acest caz clichetul are o formă potrivită cu forma dinților roții.

La armarea ceasornicului, prin învîrtirea coroanei remontoare roata casetei se va roti în sensul indicat, sens permis de clichetul *6*. Axul nu se poate roti în sensul contrar acestui sens, deoarece rotirea roții casetei (respectiv a axului) este împiedicată de clichet. Aceasta înseamnă că după terminarea operației de armare axul motor rămîne imobil, în schimb caseta de care este fixat capătul exterior al arcului se va roti la destinderea arcului în același sens în care s-a rotit arcul motor în timpul armării.

Este de la sine înțeles că în timpul operației de armare ceasornicul nu se va opri, întrucît în acest timp, chiar după prima rotire a coroanei remontoare, asupra casetei va acționa un moment de rotație a arcului. Caseta fiind liberă pe axul motor va transmite acest moment prin dantura ei (ea formează roata motoare) mecanismului de transmisie, respectiv pinionului minutar. Faptul că la acest mecanism motor ceasornicul nu este lipsit de izvorul de energie nici în timpul armării, face ca toate ceasornicele portabile să fie echipate cu casetă mobilă. Transmiterea permanentă a momentului motor constituie o primă condiție pentru obținerea unor ceasornice cu funcționare precisă.

2. Legile casetei

Spațiul disponibil pentru destinderea arcului fiind limitat, este necesar să se stabilească anumite dependențe între lungimea arcului, grosimea arcului, diametrul casetei și diametrul axului motor. Această dependență este determinată și de faptul că numărul de rotații ale casetei, respectiv durata de funcționare a ceasornicului între două armări succesive este funcție de alegerea corectă a dimensiunilor menționate. Pentru a se stabili relațiile de dependență între dimensiunile arcului, casetei și numărul de rotații ale casetei se pornește de la legile casetei stabilite în 1857 de Rosë. Aceste reguli sau legi arată:

a) Numărul maxim de rotații ale casetei la desfășurarea arcului se obține dacă suprafața ocupată de arc în stare armată S_1 este jumătate din suprafața inelară S dintre casetă și axul motor, iar în stare desfășurată suprafața ocupată de arc va fi cealaltă jumătate S_2 (fig. 8).

b) Numărul de rotații ale casetei N este egal cu diferența dintre numărul de spire ale arcului în stare înfășurată W_1 și numărul de spire în stare desfășurată W_2.

Cele două reguli enunțate pot fi exprimate în următoarele relații matematice:

$$S=S_1+S_2; \qquad S=2S_1=2S_2.$$

Rezultă:

$$D_1=D_2 \tag{1}$$

$$N=W_1-W_2 \tag{2}$$

$$S_1=\frac{\pi D_1^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4}=\frac{S}{2}$$

in care:

D_1 este diametrul exterior al arcului în stare înfășurată;

D_a — diametrul axului motor.

Deci,

$$S=2\left(\frac{\pi D_1^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4}\right) \tag{3}$$

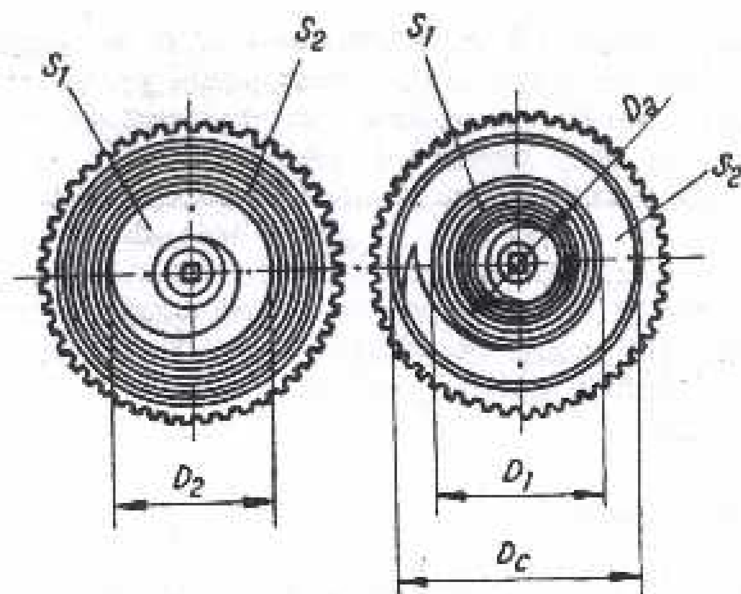


Fig. 8. Caseta.

Pe de altă parte suprafața totală (liberă) S a casetei poate fi exprimată și astfel:

$$S=\frac{\pi D_c^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4} \tag{4}$$

unde D_c este diametrul interior al casetei.

Egalizîndu-se relațiile (3) și (4) se obține:

$$\frac{\pi D_c^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4}=2\left(\frac{\pi D_1^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4}\right) \tag{5}$$

Pentru ca raza de curbură (îndoire) a capătului interior să nu fie prea mică față de grosimea arcului s se admite ca:

$D_a=1/3\ D_c$ (6)

$s=1/80\ D_c$ pentru ceasornice obișnuite-normale; (7)

$s=1/84\ D_c$ pentru ceasornice bune;

$s=1/86\ D_c$ pentru ceasornice foarte bune.

Înlocuindu-se valoarea lui D_a din relația (6) în relația (5) se obține:

$$\frac{\pi D_c^2}{4}-\frac{\pi}{4}\frac{D_c^2}{9}=2\left(\frac{\pi D_1^2}{4}-\frac{\pi}{4}\frac{D_c^2}{9}\right)$$

$$\frac{\pi}{4}\left(D_c^2-\frac{D_c^2}{9}\right)=2\ \frac{\pi}{4}\left(D_1^2-\frac{D_c^2}{9}\right)$$

Prin reducerea cu $\frac{\pi}{4}$ se obține:

$$D_c^2-\frac{D_c^2}{9}=2\left(D_1^2-\frac{D_c^2}{9}\right);\quad \frac{9D_c^2-D_c^2}{9}=2\ D_1^2-\frac{2\ D_c^2}{9}$$

$$\frac{8}{9}\ D_c^2+\frac{2}{9}\ D_c^2=2\ D_1^2$$

$$2\ D_1^2=\frac{10}{9}\ D_c^2;\quad D_1^2=\frac{10}{18}\ D_c^2 \tag{8}$$

$$D_1=\sqrt{0{,}555\ D_c^2}=0{,}746\ D_c$$

$$D_1=0{,}746\ D_c.$$

Notîndu-se cu b_2 grosimea inelului ocupat de arc în stare desfășurată se poate scrie:

$$b_2=\frac{D_c-D_1}{2} \tag{9}$$

Înlocuindu-se valoarea diametrului D_1 dată de relația (8) și făcîndu-se reducerile se obține:

$$b_2=\frac{D_c-0{,}746\ D_c}{2}=\frac{D_c}{2}\ (1-0{,}746)$$

$$b_2=\frac{D_c}{2}\cdot 0{,}254=0{,}127\ D_c$$

$$b_2=0{,}127\ D_c. \tag{10}$$

Pe de altă parte valoarea b_2 poate fi exprimată ca fiind produsul dintre grosimea arcului s și numărul de spire W_2 în stare desfășurată:

$$b_2=W_2\cdot s=0{,}127\ D_c$$

$$W_2=0{,}127\frac{D_c}{s} \tag{11}$$

Notîndu-se cu b_1 grosimea inelului ocupat de arc în stare înfășurată se poate scrie următoarea egalitate:

$$b_1=\frac{D_1-D_a}{2}=W_1\cdot s$$

$$W_1\cdot s=\frac{0{,}746\ D_c-0{,}333\ D_c}{2}=\frac{D_c}{2}\ (0{,}746-0{,}333)=\frac{D_c}{2}\cdot 0{,}413$$

$$W_1=0{,}206\frac{D_c}{s} \tag{12}$$

Prin înlocuirea expresiilor (11) şi (12) în relaţia (2) se obţine numărul de rotaţii ale casetei:

$$N=0{,}206\frac{D_c}{s}-0{,}127\frac{D_c}{s}$$

$$N=0{,}079\frac{D_c}{s} \qquad (13)$$

Pentru a se determina lungimea arcului, se exprimă suprafaţa S_1 în funcţie de diametre, de lungimea teoretică „l" şi de grosimea „s".

$$S_1=\frac{\pi D_1^2}{4}-\frac{\pi D_a^2}{4}\ ;\ S_1=s\cdot l$$

$$\frac{\pi}{4}\left(0{,}555D_c^2-\frac{1}{9}D_c^2\right)=l\cdot s$$

$$\frac{\pi}{4}\left(0{,}555D_c^2-0{,}111D_c^2\right)=l\cdot s$$

$$\frac{\pi}{4}\cdot 0{,}444\,D_c^2=l\cdot s$$

$$l=\frac{3{,}14\cdot 0{,}444}{4}\cdot\frac{D_c^2}{s}$$

$$l=0{,}3485\cdot\frac{D_c^2}{s}$$

$$l=0{,}35\frac{D_c^2}{s}$$

În acest calcul nu s-a ţinut seamă de porţiunea terminală a arcului. Din această cauză lungimea reală l_0 va fi mai mare decît cea teoretică calculată. Lungimea porţiunii terminale se consideră egală cu D_c.

$$l_0=0{,}35\frac{D_c^2}{s}+D_c. \qquad (14)$$

Momentul dezvoltat de arc este dat de relaţia:

$$M=\frac{E\cdot h\cdot s^3}{12l_0}2\pi n_0 \qquad (15)$$

în care:

E este modulul de elasticitate, în daN/mm²;
h — lăţimea arcului, în mm;
s — grosimea arcului, în mm;
l_0 — lungimea arcului, în mm;
n_0 — numărul de rotaţii produse de arcul complet armat pînă la desfăşurarea completă şi este dat de relaţia $n_0=N+2{,}5$. Numărul de rotaţii ale casetei fiind N se mai adaugă 2,5 deoarece s-a constatat că arcul dacă este liber se desfăşoară cu două pînă la trei rotaţii în plus faţă de desfăşurarea în casetă.

3. Arcul motor

Arcul motor al ceasornicelor de mînă şi de buzunar este constituit dintr-o bandă de oţel călită şi revenită, avînd o culoare albastră. Dimensiunile arcurilor pentru ceasornicele de mînă şi de buzunar sînt următoarele:

— lungimi: 200—600 mm;
— grosimi: 0,05—0,2 mm.

Arcurile sînt montate în casetă şi asigură ceasornicului o durată de funcţionare după o armare completă de 36—40 h, adică o zi şi o rezervă de mers de 12—16 h.

Dacă este scos din casetă, arcul motor poate avea următoarele forme (fig. 9):

— forma spirală (fig. 9, a), toate spirele arcului sînt orientate după o spirală;

— forma semiinversă (fig. 9, b); pe porţiunea A—B capătul exterior al arcului prezintă o curbură inversă, formînd însă un unghi mai mic de 360°;

— forma S (fig. 9, c); pe porţiunea C—D capătul exterior al arcului prezintă o curbură inversă faţă de celelalte spire descriind un unghi mai mare de 360°.

Prin pretensionările de la forma semiinversă şi forma S se obţine o forţă mai constantă la desfăşurarea arcului. Legea de variaţie a forţei arcului în timpul desfăşurării a fost arătată la mecanismul motor al ceasornicelor cu pendul şi deşteptătoare.

Din anul 1945 arcurile motoare se fabrică tot mai mult din aliaje speciale, de obicei inoxidabile, şi cu limita de elasticitate ridicată. Practic arcurile nu au nici o deformaţie permanentă şi pericolul ruperii este foarte mic. În prezent există multe mărci de arcuri care satisfac pe deplin cerinţele industriei; de exemplu: Durapower (1945), Nivaflex (1952), Vimetal—Isoflex (1953) etc.

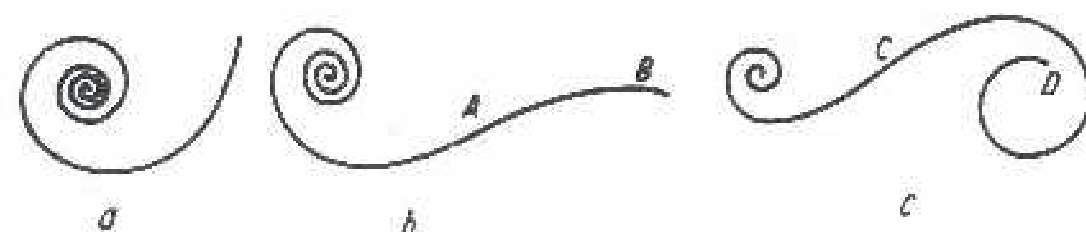


Fig. 9. Arcuri motoare.

În stare desfăşurată spira interioară a arcului care va cuprinde axul motor trebuie să fie situată în centrul casetei, astfel încît prin introducerea axului să nu fie deformată curba terminală. În timpul destinderii, spirele arcului trebuie să fie egal depărtate între ele cel puţin pentru un interval de timp scurt. Dacă aceste condiţii nu sînt îndeplinite, arcul se va desfăşura excentric şi va apare o pierdere de energie mai mare datorită frecării mai accentuate între spire.

În ce privește secțiunea arcului motor aceasta este aproape exclusiv dreptunghiulară cu muchii rotunjite. Arcurile noi sînt astfel înfășurate încît diametrul exterior al arcului să fie egal cu diametrul interior al casetei și ținute în această stare de un inel de sîrmă.

4. Mecanismul cu clichet

La ceasornicele de buzunar și de mînă, avînd în vedere necesitatea economisirii de spațiu, se renunță la mecanismele cu clichet care posedă o roată de clichet cu dantură specifică. La toate ceasornicele cu mecanism remontor funcția roții de clichet este îndeplinită de roata casetei, care transmite mișcarea axului motor în timpul armării și, datorită clichetului, împiedică destinderea arcului prin rotirea axului în sens contrar armării.

Din această cauză acest sistem este aplicabil numai mecanismelor motoare cu casetă mobilă (adică tuturor ceasornicelor portabile) la care energia (mișcarea) este transmisă mecanismului de transmisie de însăși caseta.

Roata casetei este prevăzută cu o dantură obișnuită în ceasornicărie, iar clichetul, fixat pe platina ceasornicului (partea fixă), are o formă

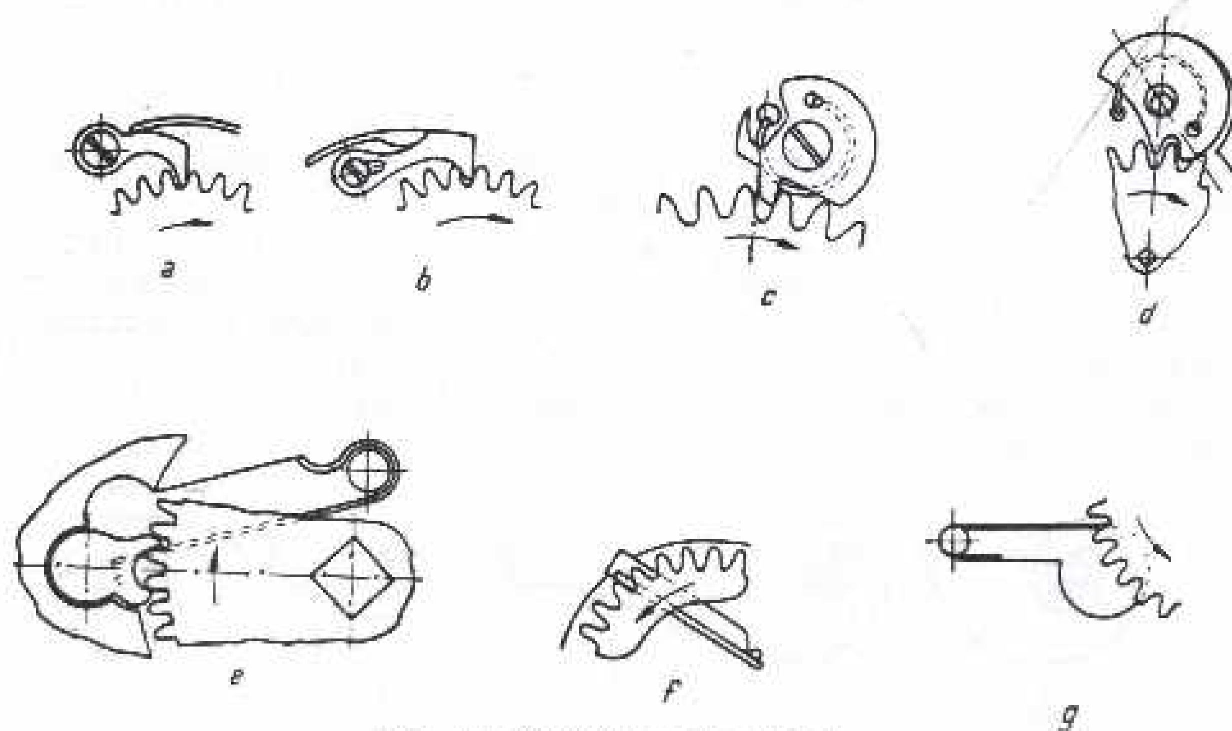


Fig. 10. Mecanisme cu clichet.

specifică permițînd rotirea roții casetei numai în sensul armării și blocînd rotirea ei în sens contrar.

În figura 10 sînt reprezentate diferite mecanisme cu clichet. Figurile 10, *a* și 10, *b* reprezintă mecanisme clasice cu clichet, clichetul fiind apăsat între dinții roții casetei de către un arc.

Sistemul din figura 10, *b* prezintă avantajul că permite roții casetei, respectiv axului motor, o revenire cu un anumit unghi. În acest fel se

evită funcționarea ceasornicului cu axul complet armat unde acesta are o variație foarte mare a momentului motor.

Mecanismele din figurile 10, *c*, *d*, *e* reprezintă soluții aplicate mai recent. La acestea se asigură revenirea roții casetei datorită însăși formei specifice a clichetului.

Soluțiile la care arcul clichet este în același timp și clichet se utilizează numai la ceasornice ieftine (fig. 10, *f* și *g*).

În toate aceste figuri s-a indicat sensul de rotire a roții casetei la rmare printr-o săgeată.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele mecanismului motor cu casetă mobilă?
2. Enunțați legile casetei!
3. Care sînt relațiile de bază deduse din aceste legi?
4. Din ce materiale se execută arcul motor?
5. Ce forme poate ocupa arcul scos din casetă?
6. Care sînt mecanismele cu clichet folosite la ceasornicele portabile?
7. Ce elemente comune au acestea?

CAPITOLUL IV

MECANISMUL DE TRANSMISIE

1. Generalități

Mecanismul de transmisie este format dintr-o serie de roți dințate și pinioane, purtind denumiri identice cu cele ale ceasornicului- pendul sau deșteptător, care angrenînd între ele transmit momentul, respectiv mișcarea de la mecanismul motor la eșapament. În același timp mișcarea este transmisă și mecanismului indicatoarelor.

Notațiile folosite pentru diferitele elemente cinematice vor fi următoarele:

z_a — numărul de dinți ai roții motoare (casetei);
z'_m — numărul de dinți ai pinionului minutar;
z_m — numărul de dinți ai roții minutare;
z'_i — numărul de dinți ai pinionului intermediar;
z_i — numărul de dinți ai roții intermediare;
z'_s — numărul de dinți ai pinionului secundar;
z_s — numărul de dinți ai roții secundare;
z'_e — numărul de dinți ai pinionului roții eșapamentului (roții ancoră);
z_e — numărul de dinți ai roții eșapamentului.

Evident roata motoare și pinionul minutar nu fac parte din mecanismul de transmisie. Raportul de transmisie $i_t = \frac{z_m}{z_a}$ determină durata de funcționare a ceasornicului. Această durată de funcționare mai este influențată de numărul de rotații N ale axului motor la armare. Din mecanismul de transmisie nu face parte nici roata eșapamentului.

Roțile dințate pot fi pline sau cu spițe. Prin decuparea materialului dintre spițe se obține o ușurare a roților.

Pinioanele fac totdeauna corp comun cu axul respectiv (fig. 11). Pe un umăr al pinionului se fixează roata dințată prin sertisare.

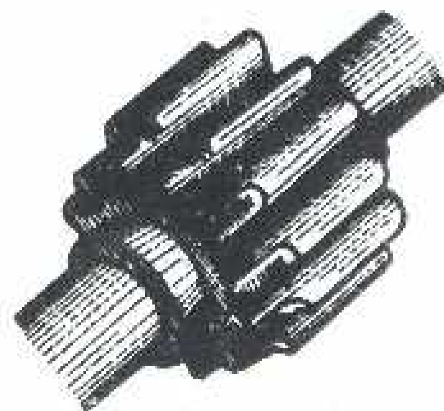


Fig. 11. Pinion.

La ceasornicele de mînă și de buzunar, din tendința de a se reduce dimensiunile mecanismului, se folosesc module mici pentru elementele dințate. Acest lucru este posibil și datorită forței (momentului) mic a arcului motor.

Modulul maxim se întîlnește la mecanismul motor, respectiv la mecanismul remontor. Pe măsura indepărtării de mecanismul motor înspre eșapament, momentul devine din ce în ce mai mic, viteza de rotație crește și modulul roților devine tot mai mic. Modulele m folosite la ceasornicele portabile variază între 0,07 și 0,3.

2. Scheme cinematice

a. **Mecanismul de transmisie normal.** La unele ceasornice de mînă și de buzunar se întîlnește schema cinematică normală, studiată și la ceasornicele deșteptătoare. În acest caz axul minutar purtînd și pinionul pătrar este situat în centrul ceasornicului. Aceste ceasornice au un indicator secundar mic situat între centrul cadranului și cifra 6.

b. **Mecanismul de transmisie cu pinion minutar special.** În special la ceasornicele de mînă dreptunghiulare pinionul pătrar nu este montat pe primul ax al mecanismului de transmisie și deci nu face parte din mecanismul de transmisie propriu-zis, ci pe un ax minutar lateral (fig. 12).

Avantajul acestei aranjări constă în faptul că roata intermediară 3 nu mai trebuie să fie situată în centrul mecanismului. Acest lucru permite un aranjament mai bun al roților. Pinionul minutar special 7 se montează pe un știft împreună cu roata intermediară specială 6.

Pinionul minutar este antrenat de roata motoare (casetă) avînd z_e dinți. Dezavantajul acestei soluții constă în faptul că are un pinion și un ax în plus. Mecanismul indicatoarelor este cel obișnuit.

În figura 13 este reprezentată o altă schemă cinematică cu două roți intermediare. În acest caz pinionul minutar este în angrenare cu dantura casetei de unde primește mișcarea. Pe axul pinionului minutar este montat pinionul pătrar, iar mecanismul indicatoarelor este normal. Pinionul

minutar transmite momentul la roata suplimentară care angrenează cu pinionul roții intermediare *I*, iar roata intermediară *I*, transmite mișcarea la pinionul roții intermediare. *II*. Roata intermediară *II* angrenează cu

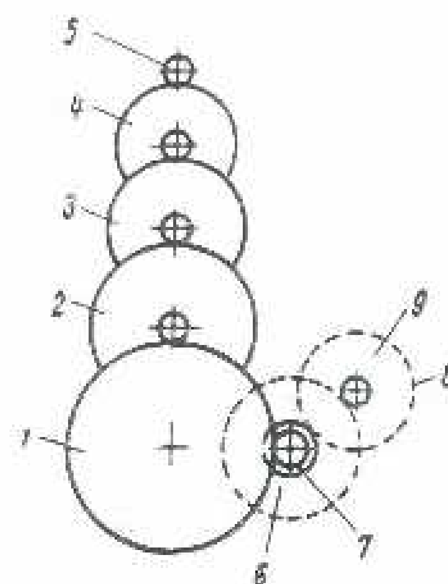


Fig. 12. Schema cinematică cu pinion minutar special: 1 — roata motoare; 2 — roata minutară; 3 — roata intermediară; 4 — roata secundară; 5 — pinion ancoră; 6 — roata intermediară specială; 7 — pinion minutar special; 8 — roată schimbătoare; 9 — pinion schimbător.

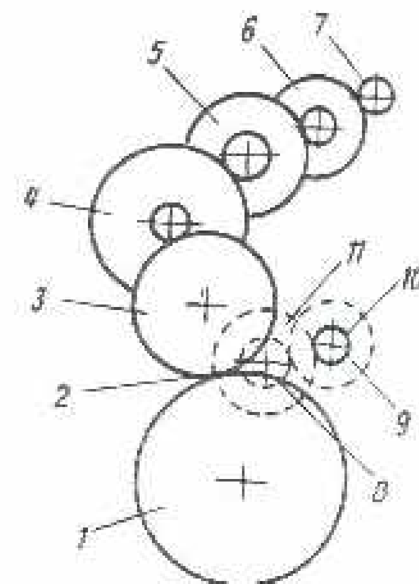


Fig. 13. Schema cinematică cu două roți intermediare: 1 — roata motoare; 2 — pinion minutar; 3 — roata suplimentară; 4 — roata intermediară *I*; 5 — roata intermediară *II*; 6 — roata secundară; 7 — pinionul ancoră; 8 — pinionul pătrar; 9 — roata schimbătoare; 10 — pinion schimbător; 11 — roata orară.

pinionul roții eșapamentului. De remarcat că numărul de dinți ai roții suplimentare 3 nu intervine în expresia raportului de transmisie. Avantajul acestei soluții constă în faptul că mecanismul este foarte plat (are o grosime redusă) deoarece spre deosebire de schemele analizate pînă acum, aici nici o roată nu se suprapune cu caseta.

c. **Mecanismul de transmisie cu secundar central. Ceasornicele** cu indicator secundar mare, concentric cu indicatorul minutar și orar, se numesc cu secundar central. În acest caz în centrul mecanismului este axul secundar iar pinionul minutar este găurit și se prelungește ca o țeavă concentrică cu axul secundar și poartă indicatorul minutar. Pinionul minutar, găurit, poate să facă parte dintr-un mecanism normal de transmisie sau să fie un pinion minutar special.

Schema cinematică a ceasului cu secundar central cu pinion minutar care face parte din mecanismul de transmisie este reprezentată în figura 14.

În figura 15 este reprezentată schema cinematică a unui ceasornic cu pinion minutar special. În acest caz roata secundară face parte din mecanismul de transmisie. Pinionul minutar este concentric cu axul

secundar şi primeşte mişcarea direct de la roata motoare (caseta). Mecanismul indicatoarelor este cel obişnuit, format din pinionul pătrar, roata şi pinionul schimbător şi roata orară.

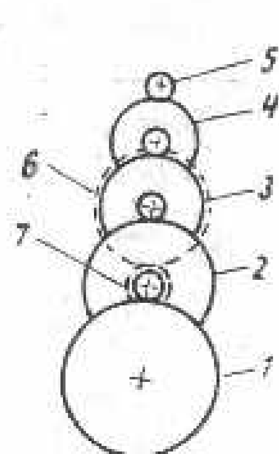


Fig. 14. Schema cinematică a ceasornicului cu secundar central cu pinion minutar:
1 — roată motoare; 2 — roată minutară; 3 — roata intermediară; 4 — roată secundară; 5 — pinion ancoră; 6 — roată intermediară; 7 — pinion secundar special.

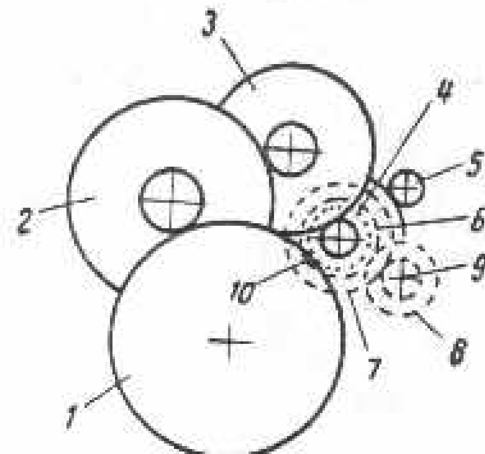


Fig. 15. Schema cinematică cu secundar central:
1 — roată motoare; 2 — roata intermediară I; 3 — roata intermediară II; 4 — roata secundară; 5 — pinion ancoră; 6 — pinion minutar; 7 — pinion pătrar; 8 — roată schimbătoare; 9 — pinion schimbător; 10 — roată secundară.

Pentru a face posibilă reglarea (mutarea) indicatoarelor, subansamblul minutar trebuie să fie prevăzut cu un cuplaj elastic (prin fricţiune); soluţiile folosite în acest scop vor fi prezentate la mecanismul indicatoarelor.

3. Fusuri şi lagăre

a. **Consideraţii generale.** Alegerea şi execuţia corectă a lagărului şi fusului sînt condiţii esenţiale, de primă importanţă, de care depinde în mare măsură buna funcţionare a ceasornicului. Este deci necesar să se cunoască bine scopul şi condiţiile care se impun acestor elemente şi anume:

— lagărul serveşte la crearea posibilităţii de realizare a mişcării de rotaţie;

— lagărul trebuie să împiedice deplasările axiale şi radiale ale fusului;

— la realizarea sprijinului în lagăr intervin două elemente: lagărul propriu-zis şi fusul. Astfel devin posibile două aranjamente: lagărul este fix şi fusul se roteşte; fusul este fix şi lagărul se roteşte;

— la mişcarea fusului sprijinit în lagăre ia naştere o frecare care trebuie menţinută în limite cît mai mici. Aceasta impune: o construcţie

corectă a lagărului şi fusului, respectiv a acelei părţi a fusului ce vine în contact cu lagărul numit cep, alegerea judicioasă a materialului, realizarea unor suprafeţe de contact cît mai netede;

— valoarea forţei ce se transmite şi viteza mişcării de rotaţie, elemente care diferă de la un fus al ceasornicului la altul, trebuie luate în seamă la alegerea tipului de lagăre şi a formei cepului;

— printr-o construcţie potrivită a lagărului şi fusului trebuie să fie împiedicată împrăştierea (scurgerea) lubrifiantului;

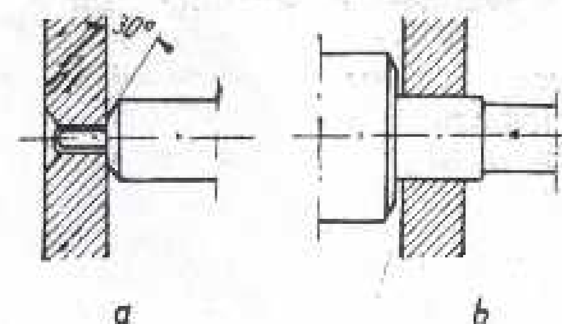


Fig. 16. Tipuri de fusuri.

— cele două elemente în contact trebuie executate din materiale diferite, deoarece în caz contrar fusul se poate înţepeni în lagăr.

După felul mişcării executate de fusuri se deosebesc:

— fusuri cu mişcare de rotaţie (pinioane şi roţi);

— fusuri cu mişcare de oscilaţie (ancoră, balansier, anumite pîrghii).

b. **Tipuri de lagăre.** În figura 16, *a* şi *b* sînt reprezentate două moduri de sprijinire a fusurilor în lagăre practicate în platine (schelete) din alamă întîlnite la ceasornicele de mînă şi de buzunar.

Cepul fusului poartă denumirea de cep cilindric. Acest cep este lepuit pe suprafaţa cilindrică, pe porţiunea rotunjită a vîrfului şi pe suprafaţa frontală (umăr). Lagărele pentru fusuri care străbat platina trebuie prevăzute cu o adîncire mică pentru reţinerea uleiului. Aceasta se realizează printr-o degajare la un unghi de 30° faţă de platină. Forma sferică a degajării reţine însă mai bine uleiul faţă de cea conică. Cepul trebuie să pătrundă cu vîrful rotunjit în adîncirea pentru ulei pentru a nu produce numai o uzură parţială (pe o anumită grosime) a platinei.

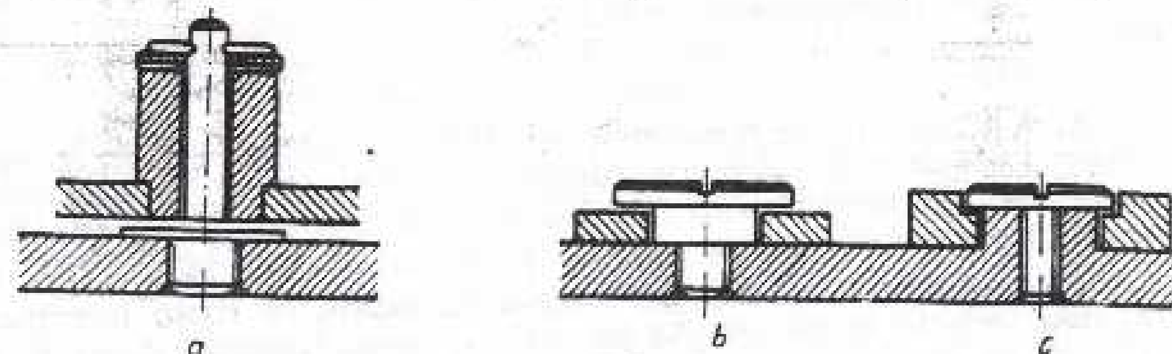


Fig. 17. Fusuri fixe.

La roţile schimbătoare şi la pîrghii se întîlneşte foarte des situaţia ca fusul (axul) să fie fix, iar roata sau pîrghia să descrie o mişcare de rotaţie în jurul fusului (fig. 17).

În figura 17, *a* se reprezintă fusul roţii schimbătoare înşurubat în platină. Împiedicarea deplasării axiale a roţii schimbătoare se realizează într-un sens de către umărul din partea inferioară a fusului, iar în celălalt sens de către un element special (rondea, ştift etc.) de limitare. La

ceasornicele de mînă și de buzunar rolul acestui element de limitare este preluat de alte repere montate deasupra roții schimbătoare.

Soluția din figura 17, *b* se utilizează la pîrghii care parcurg unghiuri mici. Piesele ce vin în contact sînt executate din oțel, deoarece la mișcarea de rotație mică descrisă de pîrghie, uzura are un rol secundar, în schimb pot fi admise încărcări mari. Pentru roți în mișcare de rotație se recomandă soluția din figura 17, *c*. Presiunea radială este preluată de fus care constă în fond dintr-o înălțare a platinei, iar șurubul împiedică doar deplasarea axială.

Dacă poziția axială a fusului este deosebit de importantă se adaptează soluția din figura 18. Acest sistem care permite deplasarea fusului cu ajutorul unui șurub se utilizează în special la angrenaje cu coroană, unde trebuie reglată adîncimea de angrenare.

În anumite cazuri, datorită faptului că forțele sînt atît de mici încît impiedicarea deplasării axiale nu poate fi rezolvată prin aplicarea unui umăr pe fus (care introduce frecări suplimentare), sînt necesare lagăre speciale. Aceasta este în cazul specific al fusului (axului) balansierului la toate ceasornicele portabile.

În figura 19 este reprezentat un astfel de lagăr utilizat la ceasornicele portabile cu eșapament cilindru (ceasornice de calitate inferioară).

Cepul axului intră într-un lagăr obișnuit din platină, prevăzut cu o degajare pentru ulei. Pe platină este montată cu un șurub, o plăcuță de oțel cu suprafața foarte fin prelucrată pe care se sprijină vîrful cepului.

La ceasornicele de calitate mai bună inclusiv la cele de precizie fusul balansierului se sprijină totdeauna în două lagăre formate dintr-o piatră cu gaură și o piatră de acoperire (fig. 20). Între cele două pietre și anume între suprafața plană a pietrei de acoperire și cea bombată a pietrei cu gaură se formează un unghi ascuțit care favorizează păstrarea uleiului în

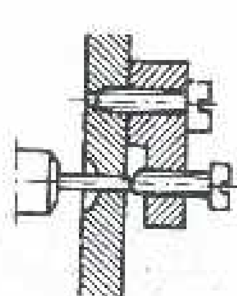


Fig. 18. Lagăr cu reglare axială.

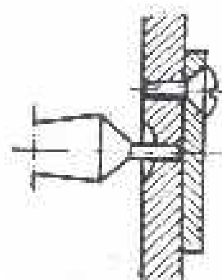


Fig. 19. Lagăr cu plăcuță.

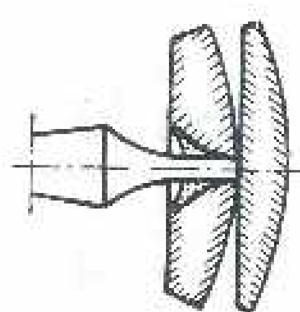


Fig. 20. Lagăr cu pietre.

lagăre. Datorită degajării adînci pentru ulei și muchiilor rotunjite ale găurii ce formează lagărul se asigură suprafețe minime de contact între cep și piatră. Aceasta echivalează cu o reducere la minimum a frecării. Vîrful (capătul) cepului care se sprijină pe piatra de acoperire este de asemenea rotunjit.

Deoarece cepul fusului roții oscilatoare are un diametru cuprins între 0,08 și 0,12 mm este necesar să fie luate măsuri în vederea măririi

rezistenței lui. Aceasta presupune în primul rînd folosirea unor materiale cu caracteristici mecanice ridicate, aplicarea tratamentului termic de călire și revenire și alegerea unei forme constructive optime.

Forma din figura 20 este cea mai potrivită și se compune dintr-un capăt (vîrf) rotunjit, o porțiune cilindrică scurtă (ceva mai lungă decît lungimea găurii din piatra cu gaură) care se continuă cu o porțiune sub formă de pîlnie de difuzor. Această formă este optimă și din punctul de vedere al păstrării uleiului în lagăr. Se folosește la ceasornicele de calitate bună, inclusiv cronometre.



Fig. 21. Capăt de ax.

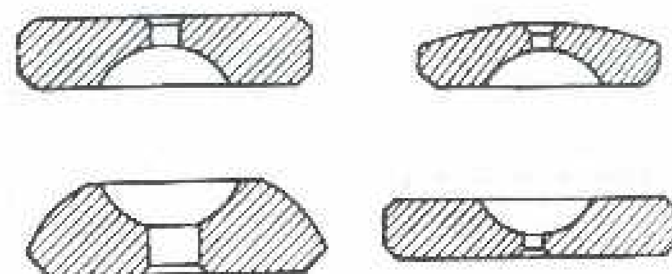


Fig. 22. Pietre pentru montare prin bordurare.

Forma de fus din figura 21 se întîlnește la ceasornicele de calitate medie. Deosebirea față de prima variantă constă în aceea că trecerea de la diametrul cepului la diametrul axului se face mai brusc.

c. **Pietre pentru lagăre și montarea lor.** În industria de ceasornice s-a impus folosirea lagărelor de piatră datorită avantajelor pe care le prezintă și anume: uzura practic neglijabilă (mult mai redusă decît la lagărele metalice), netezimea mare a suprafețelor, frecarea minimă. Astăzi se folosește exclusiv rubinul sintetic pentru lagărele de ceasornic. Rubinul sintetic a înlocuit rubinul natural și granatul în întregime datorită faptului că prezintă o densitate constantă, culoare uniformă și proprietăți bune de lustruire.

În privința montării pietrelor în platine există două posibilități care determină și forma pietrei.

1) *Montarea pietrelor prin bordurare*. În figura 22 sînt reprezentate patru forme de pietre destinate montării prin bordurare. În acest caz piatra se introduce liber în orificiu, sprijinindu-se într-o parte pe un umăr, iar fixarea se realizează prin îndoirea, bordurarea materialului la partea opusă peste piatră (jur împrejur).

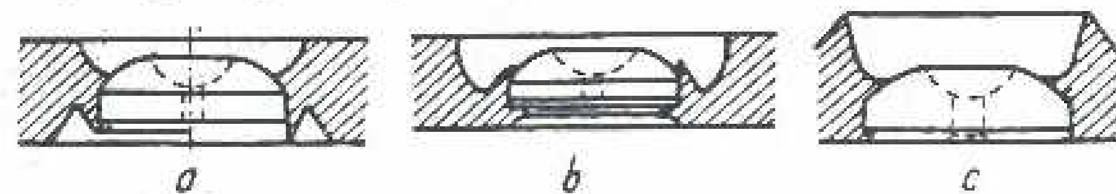


Fig. 23. Sistemul de fixare a pietrelor.

Se cunosc trei variante de fixare a pietrelor prin bordurare:
— sistemul elvețian (fig. 23, *a*);
— sistemul Glasshütte (fig. 23, *b*);
— sistemul englez (fig. 23, *c*).

În toate cele trei figuri, reprezentate în secțiune, într-o parte (dreapta) se observă locașul pregătit pentru montarea pietrei, iar în cealaltă jumătate se observă situația după bordurare.

Asupra avantajelor unui sistem față de celălalt și posibilităților și condițiilor impuse la înlocuire se va reveni în partea care se referă la repararea ceasornicelor.

2) *Montarea pietrelor prin presare.* Pietrele destinate montării prin presare, fixarea datorindu-se realizării unui ajustaj cu strîngere între piatră și locaș, sînt reprezentate în figura 24. Se poate observa că toate

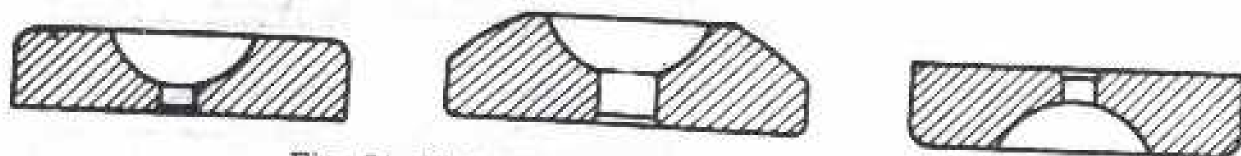


Fig. 24. Pietre pentru montare prin presare.

aceste pietre au suprafața laterală cilindrică cu o parte rotunjită pentru ușurarea introducerii pietrei în locaș.

Operația de montare se execută cu ajutorul unor prese speciale.

La producția industrială de serie mare se folosesc aparate speciale cu alimentare semiautomată sau automată, cum ar fi de exemplu aparatul „Empiermatic" (fig. 25).

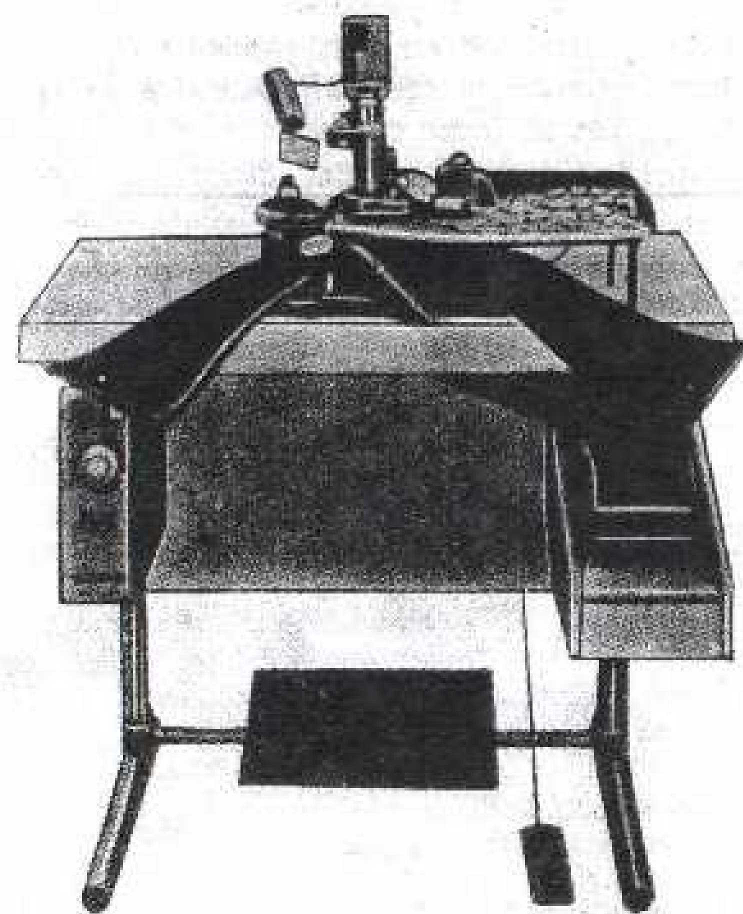
Față de fixarea prin bordurare, fixarea prin presare prezintă avantajul că se realizează mai ușor, este mai puțin costisitoare și jocul axial poate fi reglat prin presarea mai mult sau mai puțin adîncă a pietrei în locaș.

În general se recomandă ca locașul, adică alezajul să fie executat la un diametru cu 0,01—0,02 mm mai mic decît diametrul exterior al pietrei, care în acest ajustaj îndeplinește funcția arborelui. În aceste condiții se obține un ajustaj cu strîngere care asigură o fixare corespunzătoare pietrei. La strîngeri mai mari există pericolul ca piatra să fie distrusă prin sfărîmarea ei în timpul montării.

4. Elementele danturate

Mecanismul de transmisie este format din elemente dințate care transmit momentul de la un ax la altul. Avînd în vedere necesitatea obținerii unor rapoarte de transmisie mari, se întîlnesc totdeauna angrenaje formate din pinioane (elemente dințate cu un număr mic de dinți, sub 20) și roți dințate care au un număr mare de dinți. La ceasornicele de buzunar și de mînă roțile dințate se execută tot din alamă, însă ele sînt acoperite cu un strat protector prin procedee galvanice. Pinioanele se execută din oțeluri speciale pentru automate cu caracteristici mecanice ridicate și din alte aliaje inoxidabile supuse tratamentului termic.

În scopul reducerii pierderilor prin frecare, dinții roților și pinioanelor trebuie să prezinte o calitate a suprafețelor foarte bună. Din acest



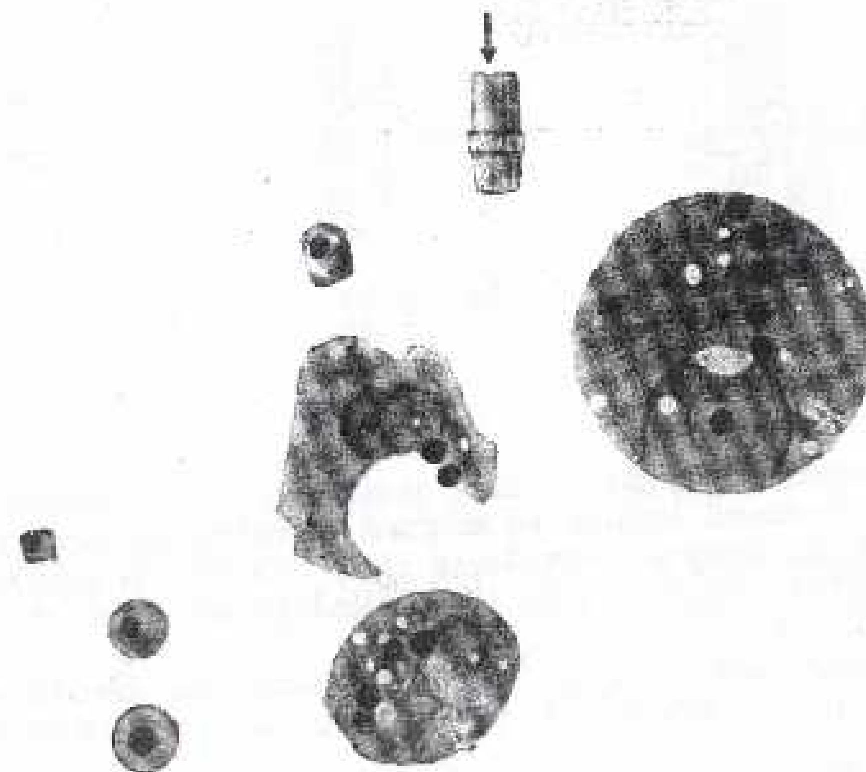


Fig. 25. Aparatul Empiermatic (*a*) și diferite piese (*b*).

motiv toate pinioanele după ce au fost supuse tratamentului termic, sînt supuse operației de lustruire a danturii. Această operație se execută cu utilaje speciale cu discuri de lemn și praf de șlefuit (fig. 26).

Pinionul se sprijină pe cepuri, iar discul care are profilul golului dintre dinți va roti pinionul cu un dinte la fiecare rotație.

Cepurile se lepuiesc cu role din carburi metalice, între cep și rolă existînd o mișcare relativă și o anumită presiune de apăsare.

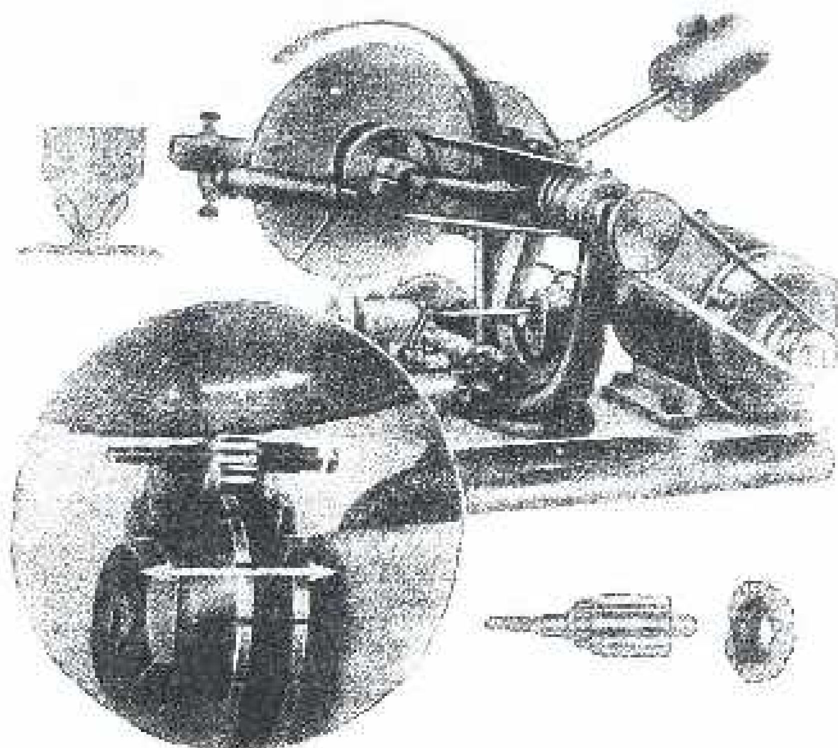


Fig. 26. Mașină de lustruit pinioane.

În privința geometriei danturii sînt valabile cele precizate în volumul pentru anii I și II, calculul roților dințate și pinioanelor, precum și calculul cinematic făcîndu-se cu ajutorul formulelor și tabelelor cuprinse în partea a III-a, capitolul III.

Aplicații

La un ceasornic de buzunar se cunosc următoarele date:

durata de funcționare $\tau=36$ h; caseta se rotește de $N=4,5$ ori, numărul de bătăi pe oră (oscilații simple) al balansierului $B=18\,000$, roata eșapamentului are $z_e=15$ dinți, iar pinionul ancoră $z_e'=7$ dinți; pinionul minutar are $z_m'=12$ dinți, iar roata minutară are $z_m=80$ dinți pinionul intermediar are $z_i'=10$ dinți, iar pinionul secundar $z_s'=10$ dinți.

Se precizează că ceasornicul are un arătător secundar.

Se cer celelalte elemente ale ceasornicului.

Rezolvare:

$$i_1=\frac{N}{\tau}=\frac{z_m'}{z_a};\quad i_1=\frac{4,5}{36}=\frac{12}{z_a};\quad z_a=\frac{36\cdot 12}{4,5}=96$$

$$i_{3-5}=\frac{n_m}{n_e}=\frac{2\cdot z_e}{B}=\frac{z_i'\cdot z_s'\cdot z_e'}{z_m\cdot z_i\cdot z_s}$$

$$i_{3-5}=\frac{1}{n_e}=\frac{2\cdot 15}{18\,000};\quad i_{3-5}=\frac{1}{600}$$

$$i_{3-4}=\frac{n_m}{n_s}=\frac{z_i'\cdot z_s'}{z_m\cdot z_i}$$

$$i_{3-4}=\frac{1}{60}=\frac{10\cdot 10}{80\cdot z_i};\quad z_i=\frac{60\cdot 100}{80}=\frac{600}{8}=75$$

$$i_{3-5}=i_{3-4}\cdot i_{4-5};\quad i_{3-5}=\frac{1}{60}\cdot i_{4-5}=\frac{1}{600};\quad i_{4-5}=\frac{60}{600}=\frac{1}{10}$$

$$i_{4-5}=\frac{1}{10}=\frac{z_e'}{z_s};\quad z_s=\frac{10\cdot 7}{1}=70$$

Perioada oscilațiilor simple $T=\frac{3\,600}{18\,000}=0,2$ s.

Presupunîndu-se de exemplu că roata minutară are un modul $m=0,2$ și pinionul are profilul B se pot calcula dimensiunile acestora.

Calculul elementelor roții minutare

$D_m=m\cdot z_m$; $D_m=0,2\cdot 80=16$ mm
$D_e=D_m+2a$
$2a=f_c\cdot m$ (f_c se indică în tabela 13 — vol. I; pentru $i=\frac{10}{80}=\frac{1}{8}$ și $z'=10$, $f_c=3,03$)
$2a=3,03\cdot 0,2=0,606$
$D_e=16+0,606=16,606$ mm
$D_i=D-2b$
$b=1,57\ m=1,57\cdot 0,2=0,314$
$2b=0,628$
$D_i=16-0,628=15,372$ mm

Elementele pinionului intermediar

$D=m\cdot z_i'$; $D=0,2\cdot 10=2$ mm
$D_e=D+2a$; $2a=1,34\ m=1,34\cdot 0,2=0,268$ ($2a$ înălțimea capului roții conjugate)
$D_e=2+0,268=2,268$ mm
$D_i=D-2a-2c$
$D_i=2-0,606-0,16=1,244$
($2c=2\cdot 0,4\cdot m=2\cdot 0,4\cdot 0,2=0,16$ în care c este jocul de fond; $c=0,4\ m$)

Distanța între axa minutară și intermediară va fi:

$$A = m \cdot \frac{z_m + z_i}{2}$$

$$A = 0{,}2 \cdot \frac{80+10}{2}$$

$$A = 0{,}2 \cdot \frac{90}{2} = 9 \text{ mm.}$$

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt elementele componente ale mecanismului de transmisie?
2. Care este schema cinematică normală?
3. Ce scheme cinematice speciale cunoașteți? Cum funcționează acestea?
4. Care sînt condițiile ce se impun unui lagăr?
5. Ce tipuri de lagăre cunoașteți? Descrieți-le!
6. Care sînt formele de pietre folosite la montarea prin bordurare?
7. Cîte sisteme de montare a pietrelor prin bordurare se cunosc?
8. Prin ce se caracterizează pietrele destinate montării prin presare?
9. Care sînt formulele de calcul ale raportului de transmisie și ale elementelor geometrice ale pinioanelor și roților dințate.

CAPITOLUL V

EȘAPAMENTUL CEASORNICELOR PORTABILE

A. CLASIFICARE ȘI GENERALITĂȚI

La ceasornicele mecanice portabile s-au impus două tipuri de eșapamente și anume:
— eșapamentul cilindru;
— eșapamentul ancoră.

Eșapamentul cilindru este singurul tip de eșapament imobil care s-a afirmat la ceasornicele portabile. Acest eșapament face parte din grupa eșapamentelor nelibere și a înlocuit alte tipuri de eșapamente nelibere cum ar fi, spre exemplu, și eșapamentul „Duplex". Datorită posibilităților destul de simple de realizare și comportamentului relativ bun la reparație, eșapamentul cilindru a mai fost utilizat și la ceasornicele mai fine chiar și după ce a început să fie cunoscut și utilizat eșapamentul ancoră.

Eșapamentul cilindru a fost inventat de Thomas Tompion, în anul 1695 și îmbunătățit de către George Graham (1720), autorul eșapamentului imobil pentru ceasornice cu pendul care îi poartă numele.

De fapt între eșapamentul Graham și eșapamentul cilindru există multe asemănări, ele avînd la bază o construcție comună. Cele două palete circulare (cilindrice) ale eșapamentului Graham seamănă întru totul cu cilindrul, cu deosebirea că paletele cuprind mai mulți pași ai roții eșapamentului pe cînd cilindrul cuprinde doar jumătate de pas.

Fiind un eșapament neliber, legătura cinematică între eșapament și regulator se păstrează și în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar și fiind imobil, roata eșapamentului (roata cilindru) în acest timp rămîne în poziția de repaus.

Eșapamentul liber tip ancoră sau pe scurt *eșapamentul ancoră* prezintă avantaje importante în privința preciziei de funcționare a ceasornicelor portabile. Din însăși denumirea eșapamentului rezultă că în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar, aceasta nu păstrează nici un fel de legătură cinematică cu eșapamentul adică oscilează liber, iar cuvîntul ancoră indică faptul că în acest timp mecanismul de transmisie este oprit (ancorat) de ancoră și deci nu se transmite momentul către balansier.

Eșapamentul ancoră a fost construit în anul 1754, de către ceasornicarul Thomas Mudge. Particularitatea caracteristică a acestui eșapament constă în prezența unei legături intermediare între roata eșapamentului și roata oscilatoare, datorită cărui fapt transmiterea impulsului de la roata eșapamentului la balansier nu se face direct cum este cazul eșapamentelor nelibere, ci prin intermediul unui element intermediar numit furcă. Datorită existenței furcii s-au putut mări considerabil amplitudinile de oscilație ale roții oscilatoare, permițîndu-i și o oscilație liberă, deoarece furca atinge știftul roții oscilatoare numai în timpul transmiterii impulsului.

Eșapamentul ancoră așa cum a fost propus de Mudge a avut un inconvenient considerabil și anume în timpul în care roata oscilatoare a parcurs arcul suplimentar putea să aibă loc frecarea vîrfului furcii de rola fixată pe axul balansierului. Această frecare producea deseori neajunsuri calităților eșapamentului ancoră. Acest inconvenient a fost înlăturat de către ceasornicarul francez C. A. Lechot care în anul 1825 a adus schimbări în construcția eșapamentului liber ancoră prin care s-a obținut așa-numita „atracție" care are rolul de a asigura furcii una din pozițiile extreme după transmiterea impulsului. Furca este deci obligată să aștepte reîntoarcerea roții oscilatoare într-o anumită poziție care este determinată de însăși construcția eșapamentului, fără să mai fie necesară asigurarea acestei poziții prin contactul dintre vîrful furcii și rola de pe axul roții oscilatoare. Astfel frecarea nedorită între vîrful furcii și rola de pe axul balansierului la eșapamentul ancoră construit de Mudge, a fost eliminată.

După această îmbunătățire, eșapamentul liber ancoră s-a dovedit net superior celorlalte eșapamente și a cunoscut o răspîndire foarte largă de care se bucură și în prezent.

B. EŞAPAMENTUL CILINDRU

1. Părți componente

Părțile principale ale eșapamentului cilindru sînt cilindrul și roata eșapamentului (roata-cilindru) (fig. 27). Roata eșapamentului *1* are dinții in formă de colți dispuși în alt plan decît spițele și butucul roții. Cilindrul *2* este în fond o țeavă de oțel cu dimensiuni foarte mici. Suprafața exterioară și interioară a cilindrului sînt foarte bine prelucrate prin rectificare și lustruire. Acest cilindru este secționat în zona *C* permițînd intrarea dinților roții eșapamentului în interiorul lui. Capetele cilindrului sînt închise cu tampoanele *3* montate în cilindru printr-un ajustaj cu strîngere. Din aceste tampoane sînt prelucrate cepurile *4*. Roata oscilatoare se montează pe umărul *5* al bucșei montate pe cilindru.

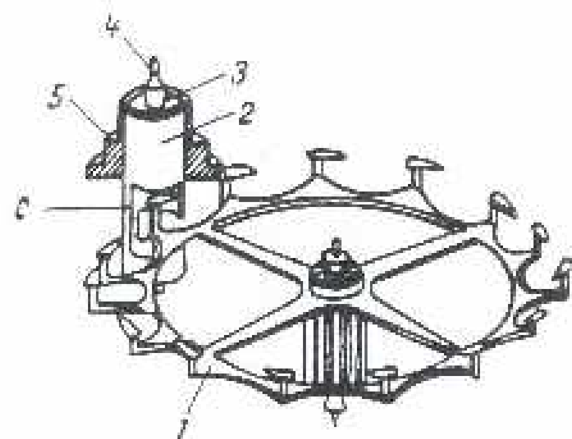
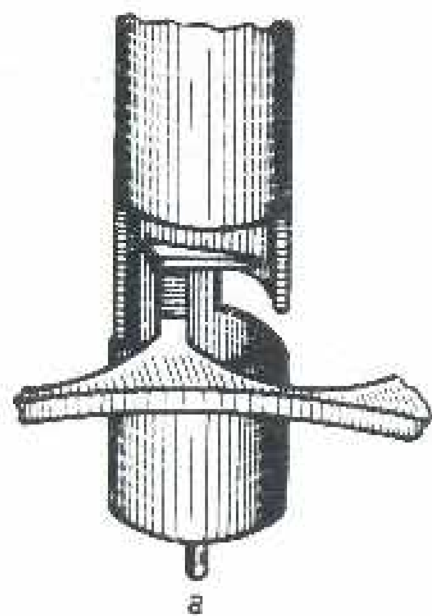


Fig. 27. Eșapamentul cilindru.

Desigur că cilindrul va purta și butucul arcului spiral. Pentru a se preveni acumularea murdăriilor și pentru a se ușura curățirea, lungimea fiecărui tampon va fi corespunzătoare lungimii nesecționate a cilindrului.

În figura 28, *a* este reprezentat cilindrul într-o vedere în perspectivă; se poate observa că în partea superioară a secționării a fost înlăturată o zonă mai mică din peretele cilindrului, pe cînd în partea inferioară s-a îndepărtat o porțiune mult mai mare formîndu-se un pasaj mai larg prin care poate trece obada roții eșapamentului. Prin secționare se formează două buze *1* și *2* (fig. 28, *b*) numite buza de intrare, respectiv buza de ieșire. În figură se observă că în dreptul buzelor din peretele cilindrului a mai rămas material pe o porțiune corespunzătoare unui arc de 190—200°, pe cînd în dreptul secționării inferioare, practicate pentru trecerea obezii, din peretele cilindrului a rămas doar o porțiune corespunzătoare unui sfert de cerc, adică unui arc de aproximativ 90—100°. Această zonă este cea mai slăbită și de multe ori cilindrul se rupe în acest loc.



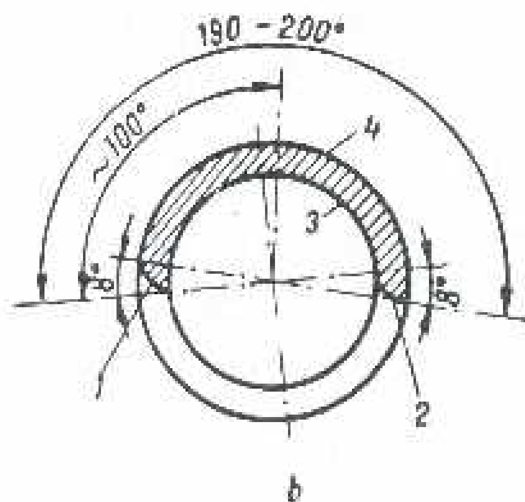


Fig. 28. Cilindrul.

Suprafața interioară *3* și exterioară *4* ale cilindrului constituie suprafețe de repaus sau suprafețe de așezare. Unghiul de cuprindere la eșapamentul cilindru este egal cu 0.5 din pasul roții cilindru. Din această cauză diametrul cilindrului este foarte mic și la dimensiunile obișnuite ale roții cilindru are o valoare de aproximativ 1 mm. Ținîndu-se seamă de faptul că prin cilindru se practică acel pasaj, astfel încît partea nesecționată să formeze un unghi central de 90—100° este evident cît de puțin solid este cilindrul. Roata eșapamentului are de obicei 15 dinți și se deosebește fundamental de roțile descrise anterior care au dinții dispuși în planul roții (obezii).

Pe obada *1* a roții eșapamentului (fig. 29) sînt așezate perpendicular pe planul roții piciorușele *2* care poartă colții *3*. La dintele roții eșapamentului se disting următoarele elemente:

— partea ascuțită *4*;
— baza *5*;
— suprafața de impuls *6*.

Suprafețele dintelui care vin în contact cu cilindrul trebuie să fie la fel de bine polizate și lustruite ca și cilindrul.

Roata eșapamentului trebuie astfel montată încît dinții să ajungă în dreptul buzelor cilindrului, iar obada să fie în dreptul ferestrei cilindrului.

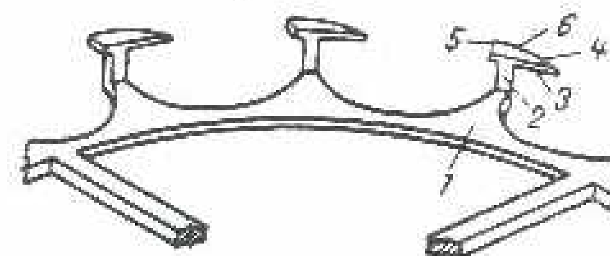


Fig. 29. Roata eșapamentului cilindru.

Obada roții eșapamentului în exterior nu apare ca o roată rotundă, ci este prevăzută cu 15 degajări circulare. Piciorușele sînt montate în dreptul porțiunilor unde se intîlnesc două degajări, adică în locul unde obada are dimensiunea maximă. Degajările în obadă sînt făcute cu scopul de a permite trecerea cilindrului în rotirea lui pe lîngă obada roții cilindru.

La ceasornicele de dimensiuni mici se întîlnesc și roți cu 12 dinți.

2. Funcționarea eșapamentului cilindru

Pentru a se urmări funcționarea eșapamentului se presupune că cilindrul a fost secționat cu un plan perpendicular pe axa lui în dreptul planului superior al dintelui roții eșapamentului și se reprezintă astfel

poziţia relativă a cilindrului faţă de roata eşapamentului în cîteva poziţii caracteristice (fig. 30).

În poziţia *I* dintele roţii eşapamentului a trecut de buza de ieşire transmiţînd cilindrului un impuls în sensul arătat (contrar sensului de rotire a acelor de ceasornic), iar dintele următor va atinge cilindrul pe

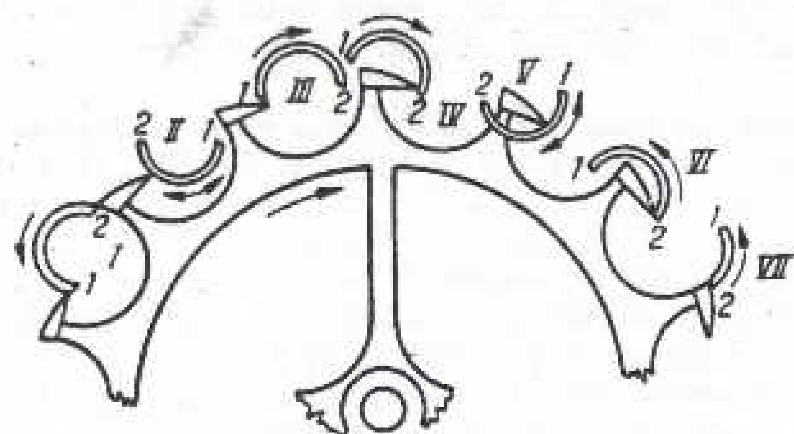


Fig. 30. Funcţionarea eşapamentului cilindru.

suprafaţa exterioară, adică pe suprafaţa de repaus a buzei de intrare. Roata oscilatoare montată pe cilindru datorită impulsului transmis îşi continuă oscilaţia în sensul indicat, parcurgînd arcul suplimentar. În acest timp va exista o frecare permanentă între partea ascuţită a dintelui roţii cilindru, care rămîne imobilă şi suprafaţa exterioară a cilindrului.

În poziţia a *II*-a, roata oscilatoare parcurge arcul suplimentar în sensul impulsului transmis şi apoi în sens contrar (revine datorită forţei elastice a arcului spiral). Pe durata acestei mişcări are loc o frecare permanentă între dintele roţii eşapamentului şi suprafaţa exterioară a cilindrului.

În mişcarea lui în sensul orar buza de intrare trece de partea ascuţită a dintelui (poziţia a *III*-a). Roata eşapamentului nemaifiind reţinută (oprită) începe să se rotească în sensul momentului transmis (indicat în figură). O dată cu aceasta suprafaţa de impuls a dintelui alunecă pe suprafaţa de impuls a buzei de intrare, transmiţînd un impuls cilindrului (deci şi balansierului). După ce buza de intrare trece de suprafaţa de impuls a dintelui, roata eşapamentului va continua să se rotească, parcurgînd unghiul de cădere, absolut liber pînă cînd partea ascuţită a dintelui va „cădea", respectiv va atinge suprafaţa interioară a cilindrului numită suprafaţă de repaus a buzei de ieşire. Această situaţie este reprezentată prin poziţia a *IV*-a.

Poziţia a *V*-a ilustrează mişcarea roţii oscilatoare care execută oscilaţia în sensul impulsului transmis şi revine în sens contrar datorită arcului spiral. În acest timp roata eşapamentului stă pe loc iar suprafaţa de repaus a buzei de ieşire alunecă pe partea ascuţită a dintelui. Cilindrul are posibilitatea de a oscila fiindcă roata eşapamentului are în obada ei acele degajări exterioare circulare menţionate.

Cilindrul parcurgînd unghiul suplimentar în mişcarea lui de revenire spre poziţia mijlocie, va ajunge într-o poziţie în care buza de ieşire se

găseşte în dreptul părţii ascuţite a dintelui (poziţia a VI-a). În acest moment are loc eliberarea roţii eşapamentului care rotindu-se în sensul indicat va transmite buzei de ieşire un impuls în sens antiorar (poziţia a VII-a). După terminarea transmiterii impulsului, roata eşapamentului se va roti cu unghiul de cădere care este parcurs în momentul în care dintele următor va fi oprit de către suprafaţa de repaus a buzei de intrare. Se observă că în acest fel s-a ajuns într-o poziţie identică cu poziţia de plecare şi deci, în continuare, ciclul de funcţionare se repetă, însă pentru dintele următor. Trebuie menţionat că în figura 30 este reprezentat acelaşi dinte (şi nu dinţii succesivi ai roţii eşapamentului) în diferite poziţii.

3. Limitarea amplitudinii de oscilaţie a cilindrului

La eşapamentul cilindru este neapărat necesar să se prevadă o siguranţă, respectiv o limitare a amplitudinii, deoarece în caz contrar s-ar putea ca ceasornicul să fie oprit şi scos din funcţiune. Se impune deci în primul rînd să se stabilească care sînt factorii care determină limitarea amplitudinii şi apoi care este valoarea maximă admisibilă a amplitudinii.

Datorită pasajului practicat în cilindru şi formei particulare a dintelui şi a obezii roţii eşapamentului se reuşeşte să se obţină o amplitudine a balansierului (cilindrului) destul de mare. Se poate obţine un unghi maxim parcurs din poziţia mijlocie la amplitudine şi înapoi în poziţia mijlocie de 360°, adică o elongaţie de 180°.

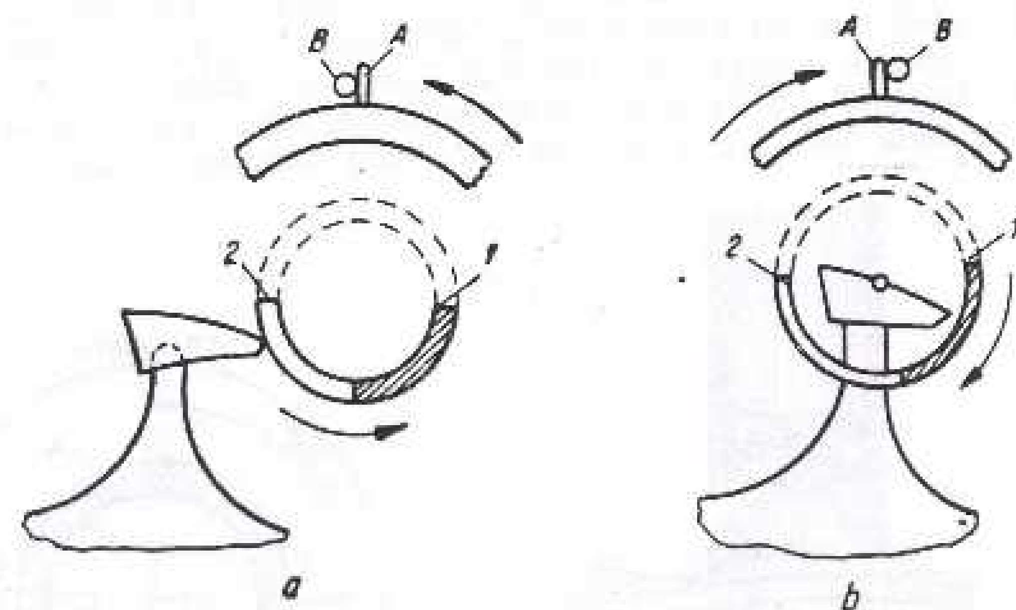


Fig. 31. Limitarea amplitudinii de oscilaţie.

În figura 31, *a* se observă mişcarea cilindrului parcurgînd unghiul suplimentar în sensul indicat în urma transmiterii impulsului de către un dinte anterior celui reprezentat buzei de ieşire *2*. Dacă amplitudinea este prea mare partea ascuţită a dintelui va trece de buza de ieşire im-

piedicind revenirea cilindrului (balansierului) sub acțiunea arcului spiral și ceasornicul rămîne oprit.

În figura 31, *b* este reprezentată situația în care cilindrul împreună cu roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar datorită impulsului transmis de dintele din figură buzei de intrare *1*. Dacă amplitudinea este prea mare (adică elongația este mai mare de circa 180°) partea ascuțită a dintelui, sub acțiunea momentului transmis, va trece de buza de intrare provocînd oprirea ceasornicului.

În această figură cilindrul s-a presupus secționat în dreptul pasajului. Din considerentele arătate mai sus se impune ca arcul motor să fie astfel dimensionat încît amplitudinea oscilațiilor balansierului să fie cuprinsă între 180 și 240°. Această măsură însă nu este suficientă deoarece, fiind vorba de ceasornice portabile, în urma unor lovituri și șocuri, amplitudinea poate să crească substanțial.

Pentru a se preveni depășirea amplitudinii maxime admise se folosește un dispozitiv foarte simplu format din două știfturi. Știftul *A* presat în roata oscilatoare se va lovi (sprijini) de știftul fix *B* fixat în partea de susținere a cilindrului dacă amplitudinea ar crește brusc, din cauza unui șoc, peste limita admisă. Știftul *B* împiedică deci oscilațiile cu o elongație peste 180°. Știftul fix *B* se execută pe cît posibil elastic pentru a atenua șocul în momentul atingerii cu știftul mobil *A*.

Amplitudinea de oscilație este mai mare decît cea realizabilă la eșapamentul lui Löbner. La această amplitudine inerția roții oscilatoare cu o perioadă de $T = 0{,}2$ s pentru o oscilație simplă corespunzătoare la 18 000 bătăi/h este suficient de mare pentru a nu fi influențată prea mult de forțele exterioare.

4. Reglarea eșapamentului cilindru

Montarea cilindrului necesită de multe ori și o reglare a adîncimii de pătrundere a dinților roții eșapamentului față de buzele cilindrului. Din această cauză chiar la ceasornicele de calitate medie puntea inferioară de susținere a cilindrului este deplasabilă (fig. 32). În acest scop puntea



Fig. 32. Puntea inferioară a cilindrului.

este montată într-o degajare din platina inferioară și poate fi deplasată de-a lungul axei longitudinale a punții prin slăbirea șurubului de fixare. Puntea superioară de susținere a balansierului este fixată de puntea reglabilă inferioară prin știfturi și șuruburi în așa fel încît lagărele pentru cilindru să fie față în față. Astfel la o deplasare a punții inferioare se va deplasa și cea superioară. Dacă puntea reglabilă se deplasează

spre roata eșapamentului distanța dintre axe se micșorează. Roata eșapamentului pătrunde mai adînc în cilindru și repausul (respectiv unghiul suplimentar parcurs de cilindru după transmiterea impulsului) crește. Invers, adică mărindu-se distanța dintre axe, repausul se micșorează. Pentru o reglare corectă a adîncimii de pătrundere, pe roata oscilatoare este marcat un punct iar pe platină sînt marcate trei puncte (fig. 33). Cele două puncte extreme indică poziția punctului de pe roata oscilatoare în momentul trecerii părții ascuțite a dintelui de buza de intrare, respectiv buza de ieșire. Punctul de pe roata oscilatoare trebuie să fie în dreptul punctului mijlociu dacă linia care unește buzele cilindrului formează un unghi de 90° cu direcția — axa cilindrului-axa roții eșapamentului.

Dacă se prinde cilindrul cu ajutorul pensetei așa cum se arată în figură, reglarea se poate face ușor. Totodată trebuie verificat ca în această poziție știftul limitator *A* de pe roata oscilatoare să fie chiar opus știftului fix *B* (adică să formeze un unghi de 180°). În această poziție axa cilindrului, punctul marcat pe roata oscilatoare și punctul de fixare a arcului spiral de piton trebuie să fie în dreptul punctului mijlociu de pe platină.

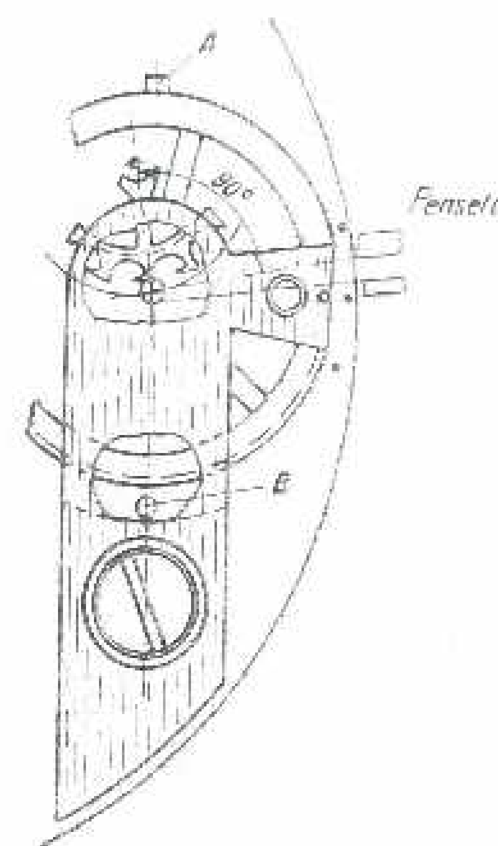


Fig. 33. Poziția relativă între roata eșapamentului, cilindru și știfturile de limitare.

C. EȘAPAMENTUL ANCORĂ

1. Clasificare

Actualmente ceasornicele de buzunar și de mînă sînt echipate cu eșapamente ancoră.

După felul cum se transmite impulsul, eșapamentele ancoră libere pot fi împărțite în trei grupe.

a) *Eșapamentul englez*. Roata eșapamentului (roata ancoră) are dinții ascuțiți prevăzuți doar cu o mică teșitură pentru a se mări durabilitatea vîrfurilor. La acest eșapament unghiul de impuls este situat pe paletă (fig. 34).

b) *Eșapamentul elvețian*. Roata eșapamentului are dinții de o formă specifică numiți și dinți de butuc. În acest caz unghiul de impuls este situat parțial pe dintele roții eșapamentului și parțial pe paletă. Acest tip de eșapament ancoră a cunoscut cea mai mare răspîndire.

c) *Eșapamentul cu știfturi*. Dinții roții eșapamentului au forma de pană. În locul paletelor se utilizează știfturi iar unghiul de impuls se situează în întregime pe dintele roții. Din această grupă face parte și eșapamentul cu palete ascuțite. Eșapamentul ancoră cu știfturi a fost prezentat pe larg la ceasornicele deșteptătoare.

Din punctul de vedere al așezării, eșapamentele ancoră libere pot fi împărțite în trei categorii:

a) *Eșapamentul cu brațe egale*. Mijlocul planurilor de impuls al paletelor se găsește la distanțe egale de centrul de oscilație al ancorei.

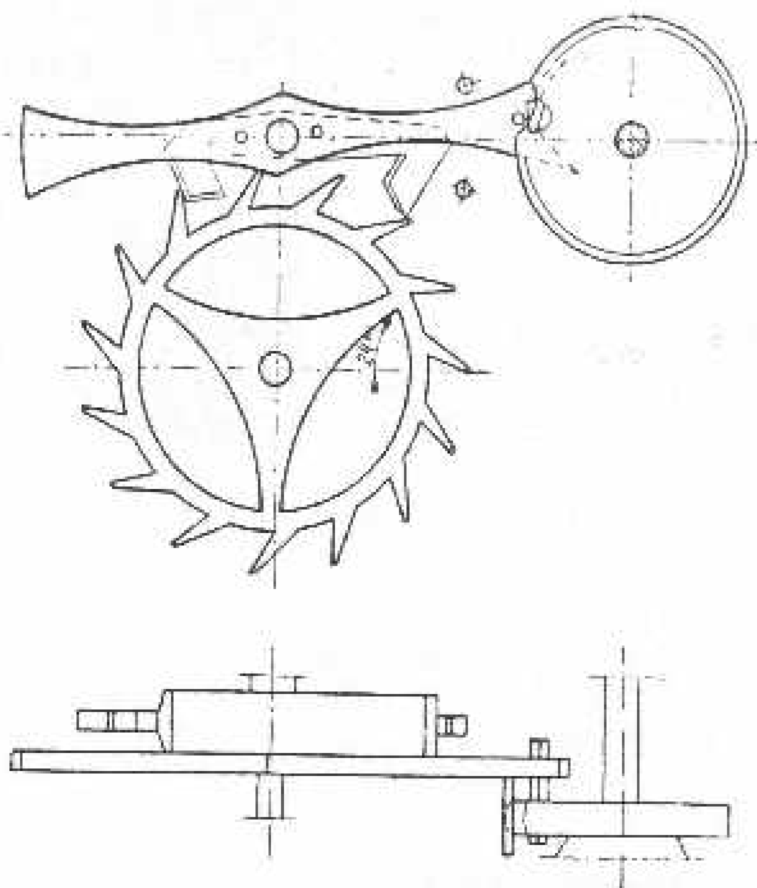


Fig. 34. Eșapamentul ancoră englez.

b) *Eșapamentul cu brațe inegale*. Suprafețele de repaus al paletelor sînt egal depărtate de centrul de oscilație al ancorei.

c) *Eșapamentul cu brațe semiegale (mixte)*. Acesta se situează între primele două variante.

Aceste eșapamente au fost reprezentate în volumul pentru anii I și II (fig. 149). În cele ce urmează sînt descrise părțile componente, funcționarea etc. de la eșapamentul elvețian.

2. Părți componente

Orice eșapament ancoră liber se compune din următoarele părți (fig. 35): roata eșapamentului *1*; pinionul roții *2*; ancora *3* cu paletele *12*, montată pe axul *11*; furca *4* cu coarnele *6*, a cărei mișcare este limitată de știfturile limitatoare *5*. Tot de furcă este fixat vîrful sau cuțitul de

siguranță *7* (lancea). Pe axul balansierului *10* este montată rola de siguranță *8* și rola de impuls *9* care poartă piatra sau știftul de impuls *13*. Pe axul balansierului se mai fixează roata oscilatoare și rola arcului spiral care nu au mai fost reprezentate în figură.

a. **Roata eșapamentului** (roata ancoră) are de regulă 15 dinți, astfel încît unghiul de divizare este de $\frac{360^\circ}{15} = 24^\circ$. La eșapamentul englez roata eșapamentului se execută din alamă tare, iar la eșapamentul elve-

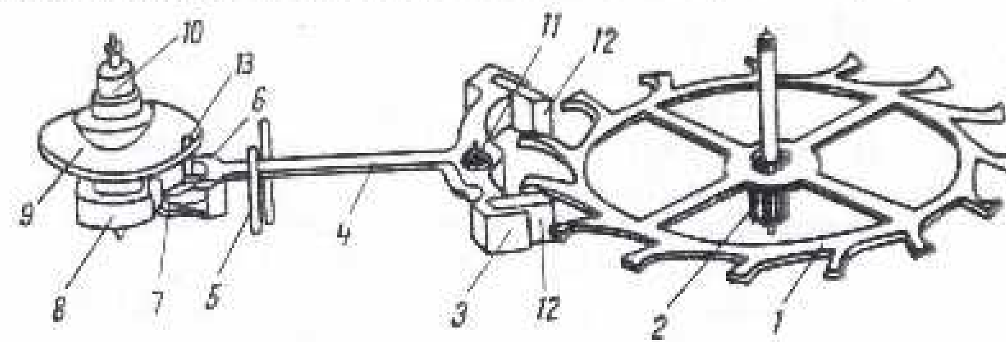


Fig. 35. Eșapamentul ancoră.

țian din oțel călit. Se mai întîlnesc și roți ancoră fabricate din aliaje ale nichelului sau aurului. Partea activă a dinților trebuie să fie foarte bine prelucrată.

În figura 36 este reprezentat profilul roții dinților de butuc utilizați la roata regulatoare a eșapamentului elvețian. La un dinte se disting următoarele elemente:

— suprafața de impuls *1—2*;
— suprafața de repaus *1—3* sau fața dintelui;
— suprafața posterioară *2—4*.

Punctul *2* mai poartă denumirea de călcîiul dintelui, iar punctul *1* vîrful dintelui. Dinții ascuțiți seamănă cu cei de la roata eșapamentului Graham. Ei însă sînt foarte sensibili fiind ascuțiți. Uleiul de ungere se împrăștie scurgîndu-se spre obada roții.

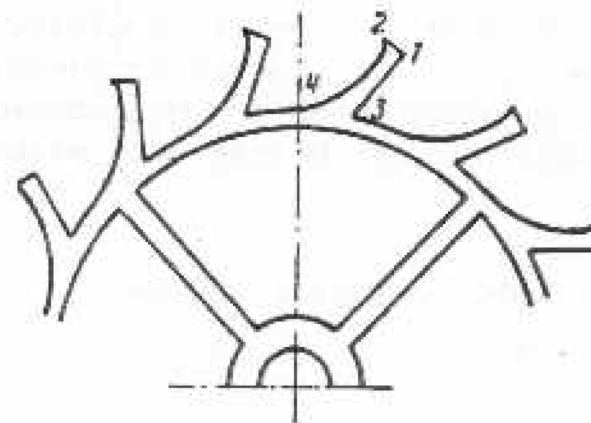


Fig. 36. Roată ancoră tip elvețian.

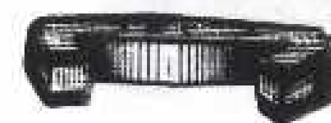


Fig. 37. Ancora cu pietre invizibile.

Dinții de butuc sînt mai puțin sensibili la solicitări mecanice și la uzură. În același timp uleiul se păstrează timp mai îndelungat pe părțile active ale dinților.

b. **Ancora și furca.** Ancora poate fi un element separat de furcă (fig. 37) sau să formeze corp comun cu ea (fig. 38). În primul caz ancora se fixează pe axul ancorei pe care se fixează și furca. Astăzi se întîlnește aproape exclusiv construcția comună. Ancora se fixează pe ax fie prin presare, deci se realizează un ajustaj cu stringere fie prin înșurubare. În figura 39 este reprezentat axul ancorei în cele două variante.

Ancora se execută de obicei din: oțel călit, aliaje ale nichelului sau aurului. Pentru a se reduce frecarea între dinții roții eșapamentului și

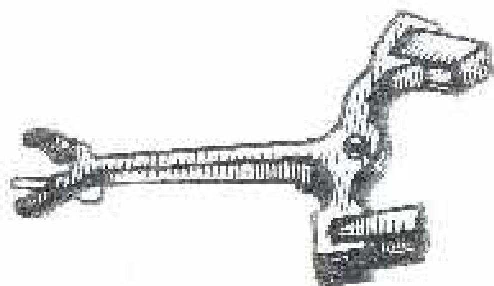


Fig. 38. Furca ancoră.

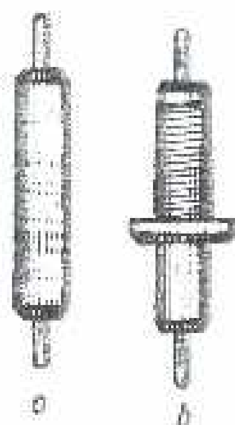


Fig. 39. Axul ancorei.

ancoră, părțile active la ancoră se execută din pietre (rubine) numite palete. Se cunosc și se folosesc două sisteme de montare și fixare a pietrelor în ancoră. Figura 37 reprezintă ancora numită ancoră cu palete acoperite (invizibile), iar figura 38 ancora cu palete vizibile împreună cu furca, așa cum se întîlnește cel mai frecvent. Unghiul de cuprindere a ancorei este de 2,5 pași. Cele două moduri de fixare a paletelor în ancoră nu influențează cu nimic funcționarea eșapamentului, deoarece părțile active ale paletelor în ambele cazuri pot fi la fel.

La ancora cu palete vizibile reglarea și potrivirea eșapamentului se poate realiza mai ușor, pe cînd la cea cu palete invizibile această operație se execută mai anevoios. În schimb varianta acoperită asigură o protejare mai sigură a paletelor. În ambele cazuri paletele se fixează prin lipire cu șelac. La ancora cu palete invizibile acestea se introduc lateral.

Furca, la toate ceasornicele de calitate mai bună, formează corp comun cu ancora și se numește furca-ancoră. Poziția furcii față de ancoră poate fi și alta decît cea arătată în figura 38, adică să nu fie pe direcția perpendiculară pe cele două brațe ale ancorei. Aceasta depinde exclusiv de poziția reciprocă a axei roții eșapamentului, a axei ancorei și a axei balansierului. La ceasornice mai vechi ancora și furca se înșurubează pe axul ancorei și sînt poziționate cu ajutorul unui știft care trece prin ele. Ancora împreună cu furca au rolul de a transmite impulsul de la roata eșapamentului la regulator.

Capătul furcii este prevăzut cu o crestătură în care intră paleta de impuls. În stînga și în dreapta acestei crestături furca are cîte un corn. Rolul coarnelor constă în aceea că ele cuprind palete de impuls și astfel furca ancoră se menține într-o poziție corectă și anume cu puțin înaintea fenomenului de eliberare, cînd vîrful de siguranță a intrat deja în degajarea rolei de siguranță și nu mai asigură furcii o poziție bine determinată.

În figura 40 sînt reprezentate cîteva soluții pentru vîrful de siguranță și fixarea lui în furcă.

c. **Rola de impuls, paleta de impuls și rola de siguranță.** Rola de impuls este fixată pe axul balansierului prin ajustaj cu stringere. Ea servește la susținerea paletei de impuls care este elementul ce preia impulsul de la furcă. Această paletă este introdusă într-un orificiu de formă

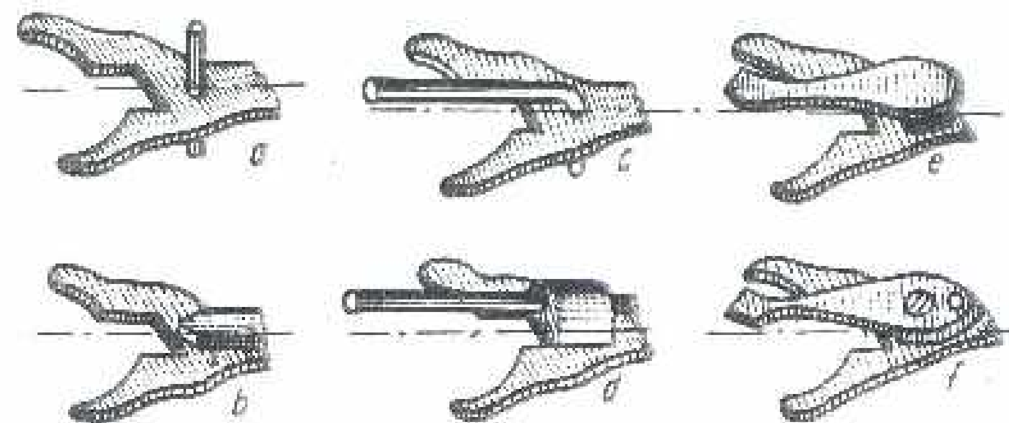


Fig. 40. Vîrful de siguranță.

adecvată practicat în rolă și este fixată cu lac. Paleta de impuls se execută din rubin artificial sau safir. Ea mai este numită și astăzi în mod impropriu elipsă. Această denumire provine de la forma secțiunii paletei care în trecut avea forma eliptică. De fapt paleta de impuls poate avea următoarele secțiuni: eliptică (fig. 41, *a*), semirotundă (cu o aplatisare de $1/3\,D$) (fig. 41, *b*) și triunghiulară (fig. 41, *c* și *d*). Paleta semirotundă prezintă avantajul unei rezistențe mărite. Forma eliptică se întîlnește la ceasornicele de calitate inferioară și ieftine, iar forma triunghiulară la ceasornicele de precizie.

În figura 42 este reprezentată rola de impuls care îndeplinește și funcția rolei sau platoului de siguranță. Acest lucru este posibil dacă rola de siguranță are un diametru mai mare. O rolă de siguranță mare se întîlnește la ceasornicele cu eșapament englez sau la cele ieftine cu eșapament elvețian. La rolele de siguranță mari furca va avea forma din figurile 40, *a* și *b*.

Dacă rola de siguranță are un diametru mic (cazul ceasornicelor de calitate superioară) ea nu poate servi și ca rolă de impuls. În acest caz atît rola de impuls cît și rola de siguranță formează corp comun — rolă de impuls dublă (fig. 43).

Furca va avea vîrful de siguranță de forma reprezentată în figurile 40, *c*, *d*, *e*, *f*, dacă pe balansier este montată o rolă dublă.

La ceasornicele de precizie Glasshütte paleta de impuls este fixată într-una din spițele roții oscilatoare. În acest caz pe axul balansierului se va monta doar o rolă de siguranță simplă (fig. 44).

Rola de siguranță este prevăzută pe suprafața exterioară cu o degajare de forma arătată în figurile respective.

Rola de impuls nu are totdeauna forma rotundă. Formele din figura 45 prezintă avantajul că greutatea rolei de impuls se reduce considerabil. Forma din figura 45, *c* prezintă însă dezavantajul că nu este echilibrată.

Rola de siguranță împreună cu vîrful de siguranță au rolul de a asigura o anumită poziție furcii ancoră în perioada de timp în care balansierul parcurge unghiul suplimentar astfel încît furca să nu-și poată schimba poziția sub acțiunea unor șocuri, lovituri sau zdruncinături.

Suprafețele active ale tuturor elementelor descrise pînă acum trebuie să aibă o execuție deosebit de fină avînd în vedere că forțele ce se

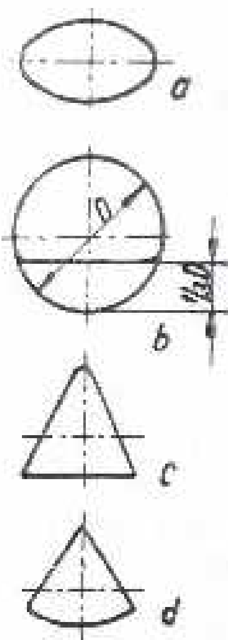


Fig. 42. Rolă de impuls și de siguranță.

Fig. 43. Rolă de impuls dublă.

Fig. 44. Rolă de siguranță simplă.

Fig. 41. Palete de impuls.

transmit aici sînt foarte reduse și orice frecare mărită poate provoca un mers incorect sau chiar oprirea ceasornicului. Aceasta constituie și motivarea pentru executarea paletelor ancorei și paletei de impuls din rubin sau safir care au o suprafață deosebit de fină și în același timp o rezistență foarte ridicată la uzură.

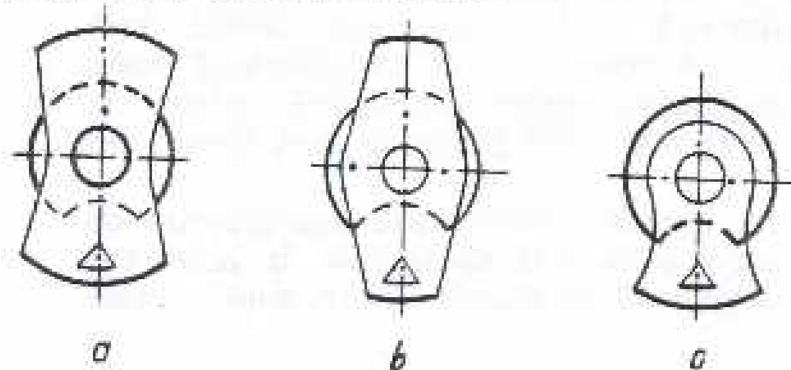


Fig. 45. Tipuri de role de impuls:
a, b — echilibrate; c — neechilibrată.

d. **Știfturile de limitare.** Pentru a se putea regla precis mișcarea de oscilație a ancorei se limitează oscilația furcii cu ajutorul a două știfturi limitatoare montate în platină. De obicei aceste știfturi sînt montate la o distanță de circa 2/3 din lungimea furcii de la axa ancorei. Același efect de limitare a oscilațiilor furcii (respectiv ancorei) se obține prin degajări în platină formîndu-se muchii care îndeplinesc rolul știfturilor. La ceasornice Glasshütte limitarea nu se face la furcă ci la ancoră și anume de brațul de intrare al ancorei este fixat un știft care intră într-o gaură din platină. Prin alegerea corectă a poziției și a dimensiunii găurii se obține o limitare corectă. O altă soluție pentru limitarea mișcării de

oscilație a furcii ancorei constă în următoarele: în platină se înșurubează două șuruburi care au în față cîte un cep excentric. În acest fel se obține posibilitatea reglării precise a oscilațiilor ancorei.

3. Funcționarea eșapamentului ancoră

În figura 46 sînt arătate șase poziții succesive de funcționare a eșapamentului ancoră liber de tip elvețian.

Poziția I reprezintă ancora în clipa în care dintele *1* al roții eșapamentului se sprijină pe suprafața de repaus a paletei de intrare, iar furca este presată înspre știftul limitator din stînga. Balansierul (roata oscilatoare care nu s-a reprezentat în figură) revine înspre poziția mijlocie sub acțiunea arcului spiral parcurgînd unghiul suplimentar.

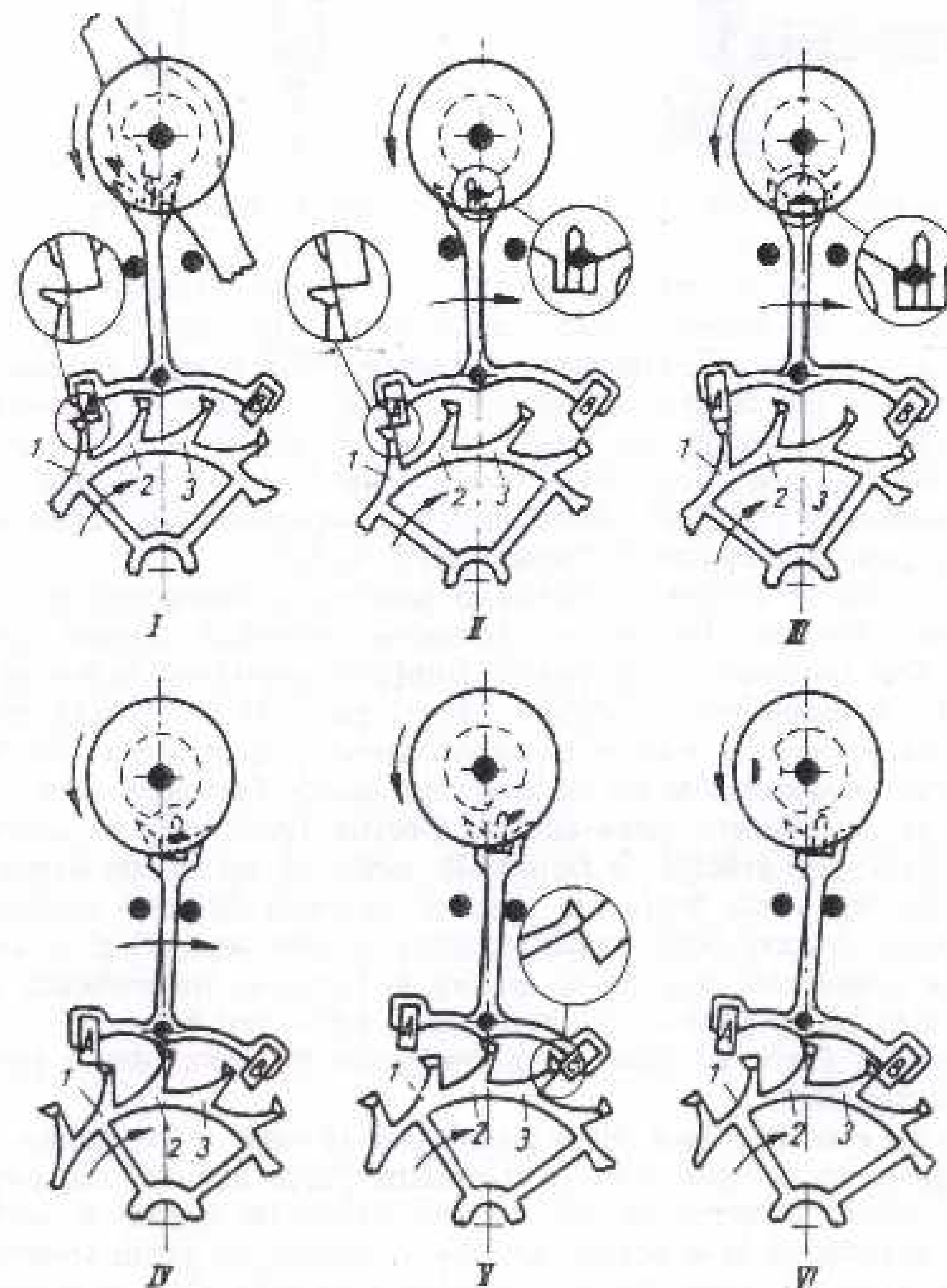


Fig. 46. Funcționarea eșapamentului ancoră.

De remarcat că balansierul va ajunge în poziția de echilibru dacă paleta de impuls va fi situată pe linia care unește axa ancorei și axa balansierului. Între vîrful de siguranță și rola de siguranță trebuie să existe o anumită distanță (un anumit joc) astfel încît în timpul în care balansierul parcurge unghiul suplimentar vîrful de siguranță să nu se frece de rola de siguranță. În acest timp ancora și roata ancoră stau nemișcate în repaus.

Se menționează că față de alte eșapamente, eșapamentul ancoră are drept suprafețe de repaus suprafețe plane. Prin alegerea corectă a unghiurilor paletei și dintilor roții eșapamentului se obține o forță care este astfel orientată încît paleta în contact pe suprafața de repaus cu dintele roții eșapamentului să fie trasă spre centrul acestei roți. Acest fenomen poartă denumirea de „*atracție*". Tocmai această atracție asigură poziția ancorei, lipită de știfturile limitatoare, iar prin aceasta se evită posibilitatea atingerii vîrfului de siguranță de rola de siguranță. Din cele prezentate rezultă că roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar absolut liber neavînd nici o legătură cu furca-ancoră și roata eșapamentului care sînt în repaus. Nelipirea furcii de știfturile limitatoare ar fi echivalentă cu contactul dintre vîrful de siguranță și rola de siguranță. Ori aceasta ar determina frecarea între aceste elemente, deci oscilațiile balansierului ar deveni nelibere, diminuînd calitățile eșapamentului ancoră. Iată de ce unghiul de atracție, respectiv fenomenul de atracție, are o însemnătate atît de mare la acest eșapament.

Dacă asupra ceasornicului, respectiv asupra pieselor și în special asupra furcii, acționează forțe cu caracter ocazional, de scurtă durată (lovituri, șocuri etc.) este posibilă deplasarea furcii de pe știftul limitator însă numai pînă cînd vîrful de siguranță va atinge rola de siguranță. În clipa în care acțiunea acestor forțe încetează, furca, datorită atracției, ajunge în poziția sa inițială (adică se lipește de știftul limitator) și vîrful de siguranță se îndepărtează de rolă. Astfel vîrful de siguranță exclude posibilitatea unei deplasări a furcii de la un știft limitator la celălalt în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar, sub acțiunea unei lovituri ocazionale. Dacă această posibilitate nu ar fi exclusă ceasornicul ar fi expus să se oprească deoarece paleta de impuls la revenire nu ar mai putea intra în crestătura furcii, ci ar rămîne în afara acesteia, eșapamentul rămînînd blocat.

Poziția a II-a reprezintă momentul în care roata oscilatoare a parcurs unghiul suplimentar și paleta de impuls a ajuns să atingă partea dreaptă a crestăturii furcii. Întrucît în momentul atingerii, roata oscilatoare are o viteză relativ mare, în timp ce furca este imobilă, se va produce o izbire (lovire) a paletei de impuls de peretele drept al crestăturii furcii. Ca rezultat al acestei loviri furca se va îndepărta de știftul limitator din stînga. Odată cu deplasarea furcii de la știftul limitator din stînga suprafața de repaus a paletei *A* alunecînd pe suprafața de repaus a dintelui *1*, va obliga roata eșapamentului să se rotească cu un unghi mic în sens contrar momentului transmis, pînă cînd suprafața de impuls a paletei ajunge în dreptul celei de pe dinte.

Poziția a III-a indică momentul în care roata oscilatoare, rotindu-se spre dreapta (datorită inerției), va primi un impuls în același sens datorită trecerii dintelui *1* pe sub suprafața de impuls a paletei de intrare *A*. Transmiterea impulsului se explică în felul următor: roata oscilatoare a pierdut din viteză producînd eliberarea roții esapamentului, iar în momentul alunecării paletei de intrare pe suprafața de impuls a dintelui *1* furcii i se imprimă o viteză mai mare decît cea a roții oscilatoare. Astfel furca va lovi cu partea stîngă a scobiturii paleta de impuls.

Poziția a IV-a prezintă situația în care dintele *1*, după ce a terminat parcurgerea suprafeței de impuls a paletei *A* o părăsește, iar dintele *3* este gata să cadă pe paleta de ieșire *B*. Cu aceasta se termină transmiterea impulsului către balansier. Furca în această poziție se va afla la o distanță de știftul limitator din stînga corespunzătoare unghiului de cădere pe care-l parcurge roata eșapamentului. Unghiul pe care-l parcurge roata eșapamentului din clipa terminării transmiterii impulsului pînă la atingerea celeilalte palete pe suprafața de repaus de către un alt dinte, necesar din motive de siguranță, se numește *unghi de cădere*.

Este evident un drum mort, care nu produce transmiterea impulsului, dar dacă se presupune că dintele *3* ar cădea, respectiv ar atinge palete de ieșire, înainte ca dintele *1* să fi trecut de paleta de intrare, ceasornicul s-ar opri. Această oprire ar putea fi produsă de o mică imprecizie în execuție. Este deci absolut necesar să se prevadă această siguranță. Unghiul pe care îl parcurge furca-ancoră după ce dintele a trecut de suprafața de impuls a paletei de intrare pînă cînd va atinge știftul limitator din dreapta, se numește *unghi mort* sau *unghiul drumului pierdut*.

În poziția a V-a este arătat momentul în care dintele *3* a atins suprafața de repaus a paletei de ieșire *B*, iar paleta de impuls a părăsit crestătura furcii. Furca încă nu a atins știftul limitator din dreapta, deoarece abia din acest moment începe să se manifeste fenomenul de atracție.

În poziția a VI-a este reprezentată situația în care dintele *3* a atras furca către știftul limitator din dreapta. Roata oscilatoare oscilează liber parcurgînd unghiul suplimentar. După atingerea amplitudinii maxime roata oscilatoare revine sub acțiunea arcului spiral. Toate etapele (pozițiile) de funcționare se vor repeta pentru paleta de ieșire *B*.

4. Mărimi caracteristice ale eșapamentului ancoră liber

Eșapamentul ancoră liber are față de alte eșapamente un singur element în plus și anume furca, adică elementul care transmite forța de la ancoră la balansier. Totuși prin această cinematică eșapamentul se complică destul de mult. Din această cauză acțiunea reciprocă a elementelor care formează eșapamentul este destul de sensibilă la schimbarea dimensiunilor sau unghiurilor.

Unghi de repaus este unghiul cu care se rotește ancora în jurul axului din poziția de repaus pînă cînd paleta ajunge cu muchia *D* în dreptul vîrfului *B* al dintelui roții eșapamentului (unghiul $\alpha = DOB$ (fig. 47, *a*).

Unghiul de cădere conform celor arătate mai sus este unghiul parcurs de roata eșapamentului din momentul în care un dinte părăsește

suprafața de impuls a unei palete pînă cînd altul cade pe suprafața de repaus a celeilalte palete. Acest unghi β are valoarea de 1°30′ și trebuie să fie egal pentru ambele palete (fig. 48).

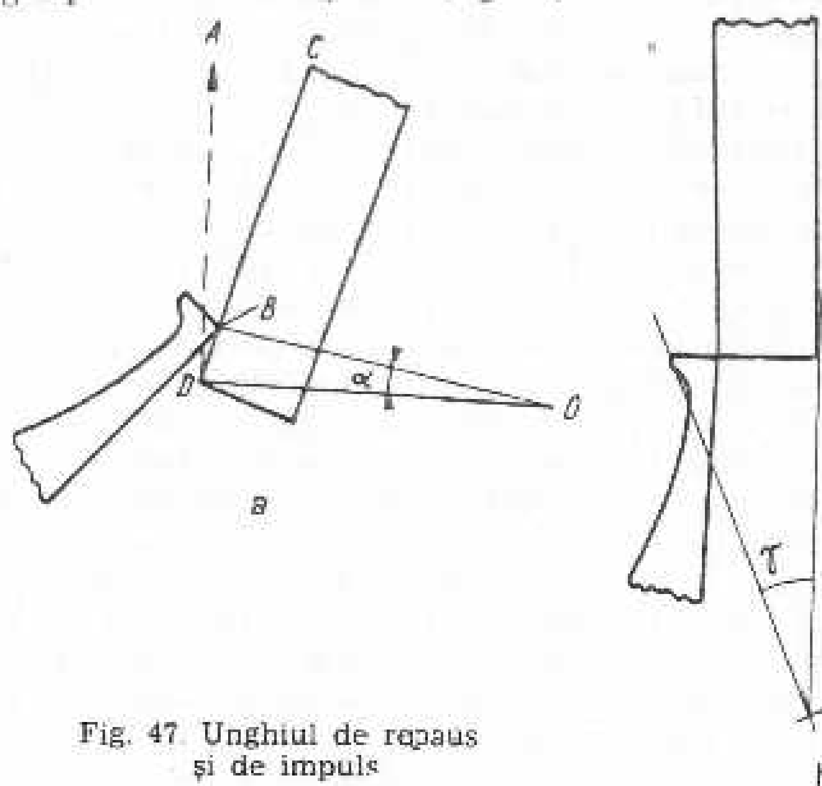


Fig. 47. Unghiul de repaus și de impuls

Unghiul de impuls este unghiul parcurs de roata ancoră în timpul în care se transmite impulsul. Acest unghi γ (fig. 47, *b*) de 8°30′ este repartizat în felul următor: 6°30′ pe paletă și 2° pe dintele roții eșapamentului.

Între grosimea dintelui și a paletei se respectă proporția de 1 : 2. La aceste grosimi corespunde un unghi central la centrul roții ancoră de 3°30′ pentru dinte și 7° pentru paletă, ceea ce formează un unghi activ de 10°30′.

Între lungimea activă a furcii și distanța dintre centrul axei balansierului și paleta de impuls există un raport de 3 : 1. Aceasta înseamnă că în timpul în care ancora parcurge unghiul activ de circa 10°, balansierul va parcurge un unghi de circa 30°. La ceasornicele mai mici unghiul activ al balansierului poate atinge maximum 42°30′. Desigur, în acest caz furca este relativ mai scurtă.

Trebuie remarcat deci că balansierul în oscilația sa păstrează legătura cinematică doar pe un unghi de 30°, pe cînd unghiul total parcurs după un impuls este de 180—540° (din poziția mijlocie în poziția extremă și înapoi).

În figura 49 se indică *unghiul de atracție*. Linia BO unește vîrful dintelui roții B (respectiv punctul de contact dintre dinte și paletă) cu centrul O al ancorei. În punctul B se ridică o perpendiculară AB pe dreapta OB. Această dreaptă împreună cu direcția suprafeței de repaus BC formează unghiul de atracție δ. Tocmai existența acestui unghi determină descompunerea forței în așa fel încît să existe o componentă care trage ancora înspre centrul roții ancoră. Acest unghi are o valoare

de circa 12°. Forța și unghiul de atracție asigură poziția furcii lipită de știftul limitator în perioada în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar.

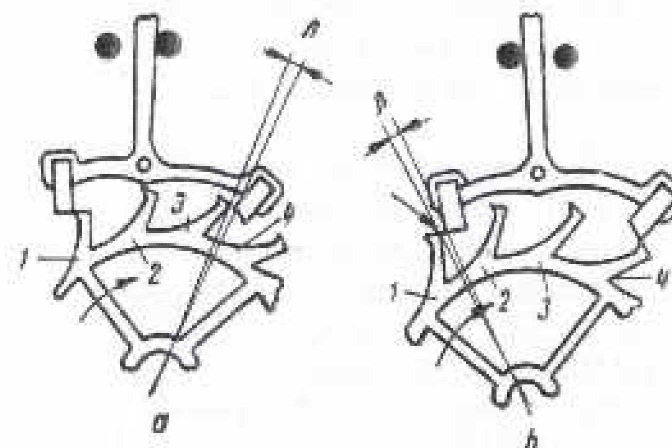


Fig. 48. Unghiul de cădere:
a — la paleta de ieșire; *b* — la paleta de intrare.

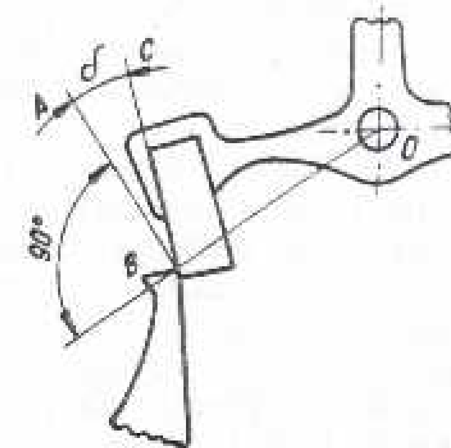


Fig. 49. Unghiul de atragere.

Prin noțiunea de eliberare se înțelege procesul prin care paleta ancorei este scoasă de sub dintele roții eșapamentului. Momentul care trebuie aplicat furcii ancorei pentru invingerea atracției și eliberarea ei se numește *moment de eliberare* și este furnizat de către balansier în mișcarea lui de revenire, spre poziția mijlocie.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt eșapamentele utilizate la ceasornice portabile?
2. Prin ce se caracterizează acestea?
3. Care sînt părțile componente ale eșapamentului cilindru?
4. Descrieți și schițați cilindrul și roata eșapamentului.
5. Descrieți funcționarea eșapamentului cilindru.
6. De ce și la cît trebuie limitată amplitudinea de oscilație a roții oscilatoare la acest eșapament?
7. Cum se face această limitare?
8. Care sînt dezavantajele acestui eșapament?
9. Cum se reglează eșapamentul cilindru?
10. Cum se clasifică eșapamentele libere ancoră;
11. Care sînt elementele de bază care alcătuiesc acest eșapament?
12. De cîte feluri pot fi roțile eșapamentului? Cum arată dintele la acestea (schițați-le) și ce elemente se disting la ele?
13. Dar ancora de cîte feluri poate fi? Faceți comparație între ele?
14. Cum se transmite impulsul de la roata eșapamentului la balansier?
15. Ce dispozitive de siguranță există la eșapamentul ancoră?
16. Descrieți paleta de impuls, rola de impuls și de siguranță!
17. Care este rolul atracției? De ce există știfturi limitatoare?
18. Descrieți funcționarea eșapamentului ancoră.
19. Ce mărimi caracteristice cunoașteți la eșapamentul ancoră? Definiți-le.

CAPITOLUL VI

BALANSIERUL

1. Generalități

Elementul, respectiv organul care realizează în fond măsurarea timpului la ceasornicele portabile este balansierul (regulatorul).

În componența balansierului intră două părți funcționale deosebite:

— roata oscilatoare;

— arcul spiral.

În figura 50, *a* este reprezentat axul balansierului. Roata se montează pe acest ax prin presare, urmată de o sertisare direct pe un umăr al axului.

Capătul interior al arcului spiral este fixat de o rolă care se montează tot printr-un ajustaj cu stringere, astfel încît să poată fi rotită pe axul balansierului. După cum s-a văzut la cap. V C, pe acest ax se mai montează de obicei o rolă dublă (compusă din rola de impuls și rola de siguranță).

În figura 50, *b* este reprezentată o altă formă a axului balansierului, la care lipsește umărul pentru sertisarea roții oscilatoare.

Capătul exterior al arcului spiral se va fixa de o parte fixă a mecanismului. Axul balansierului se sprijină în lagăre cu piatră cu gaură și piatră de acoperire, sau în anumite construcții speciale.

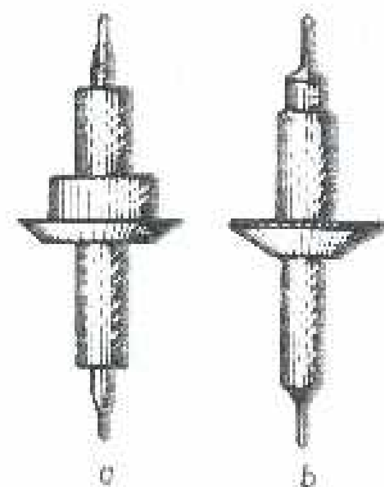


Fig. 50. Axul balansierului.

Pentru a se urmări modul de funcționare a regulatorului cu roată oscilatoare și arc spiral se ia un mecanism cu roata oscilatoare montată, însă fără eșapament și dacă balansierul se găsește în poziție mijlocie (de repaus) se rotește roata oscilatoare cu un unghi de circa 90°. Prin aceasta arcul spiral care nu a fost tensionat, ajunge într-o stare tensionată, și înmagazinează o anumită energie potențială, fiind deformat. Eliberîndu-se roata oscilatoare, sub acțiunea forței arcului, el se va pune în mișcare în sensul revenirii la poziția mijlocie, adică energia potențială se transformă în energie cinetică. În timpul acestei mișcări roata oscilatoare, respectiv masa ei acumulează o anumită energie cinetică. Datorită inerției, roata oscilatoare, în timpul oscilării, va trece dincolo de poziția mijlocie pînă cînd inerția sa va fi compensată de forța elastică a arcului. În acest moment a atins elongația maximă unde dispune din nou de o energie potențială care se va transforma în energie cinetică în timpul întoarcerii către poziție mijlocie. Dacă frecarea în lagăre și frecarea cu aerul nu ar consuma treptat energia înmagazinată în sistem prin prima scoatere din poziția mijlocie (de echilibru), oscilațiile acestea ar continua la infinit. Datorită însă acestor frecări oscilațiile se amortizează. De aceea este necesar ca balansierului să i se transmită la fiecare oscilație simplă o anumită energie sub forma unui impuls.

Balansierul poate fi realizat în foarte multe variante constructive în funcție de destinația mecanismului, de precizia impusă, de condițiile de exploatare și de un șir întreg de factori.

În figura 51 este reprezentat un balansier cu toate părțile legate funcțional de el. Roata oscilatoare *1* este montată pe axul balansierului *2*.

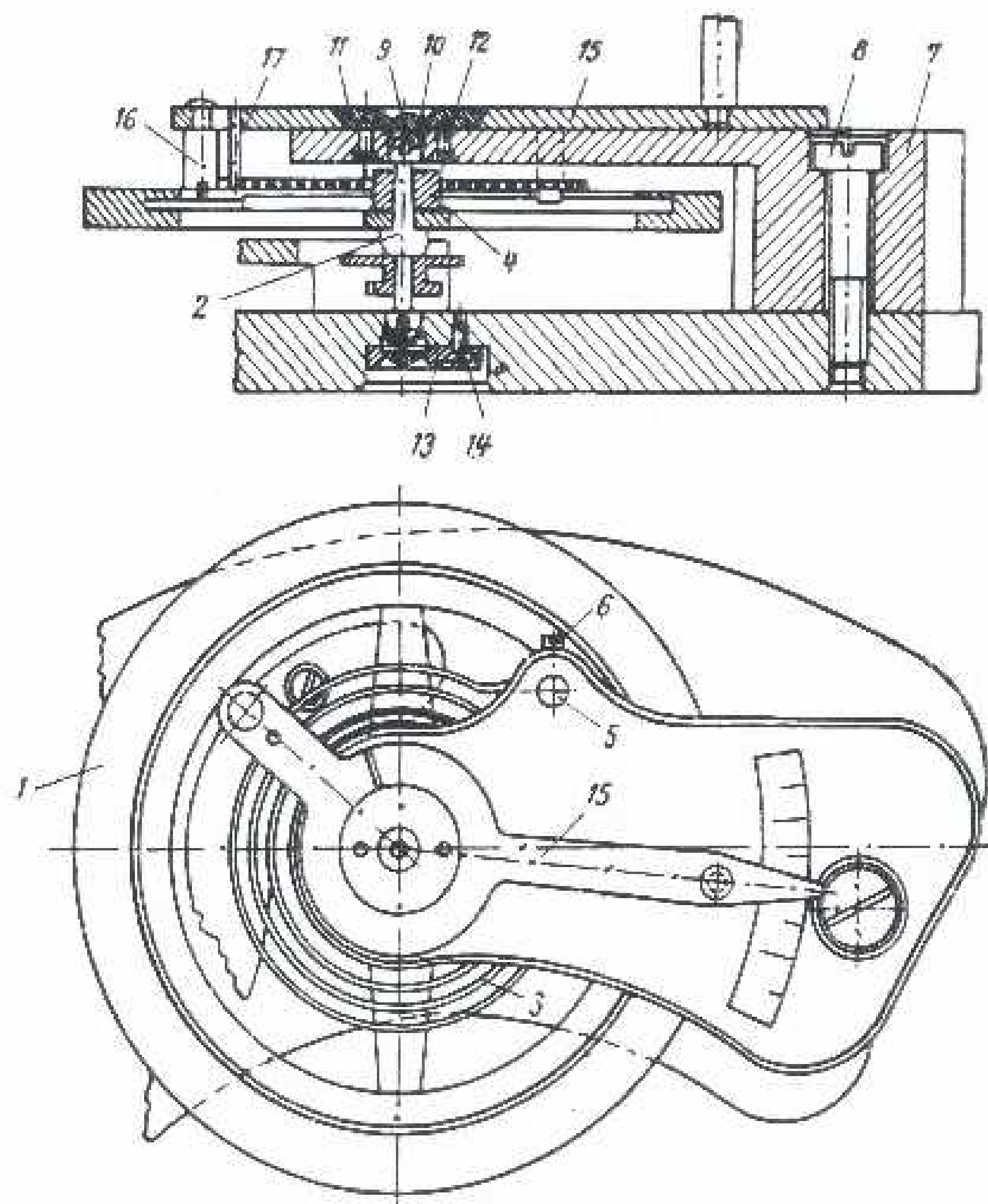


Fig. 51. Balansier.

Arcul spiral *3* este montat pe o rolă *4* care este fixată pe același ax. Extremitatea exterioară a arcului spiral este fixată rigid în butucul *5* (pitonul) fixat într-un orificiu al punții balansierului *7* prin intermediul șurubului *6*. Partea *7* servește drept suport pentru lagărul superior al axului

balansierului şi este demontabilă prin şurubul *8* de platina (baza) ceasornicului.

Lagărele axului balansierului sînt formate din cîte o piatră de acoperire *9* şi o piatră cu gaură *10*. La lagărul superior piatra de acoperire *10* este montată într-o plăcuţă (armătură) *11* ce se fixează cu două ştifturi *12* de puntea balansierului. Piatra cu gaură este montată direct în puntea balansierului. Lagărul inferior este identic cu cel superior numai că aici piatra cu gaură este montată direct în platină, iar plăcuţa *13* se fixează cu două şuruburi *14* în platină. În jurul lagărului superior, respectiv în jurul plăcuţei se poate roti un braţ numit compas de reglare *15*. Din felul cum este montat se poate observa că poziţia lui este fixată datorită frecării între orificiul circular uşor conic şi plăcuţa *11* a pietrei de acoperire, conică în exterior.

Compasul la o extremitate are forma unui indicator al cărui vîrf ajunge în dreptul unei gradaţii (scări) gravate în puntea balansierului. În direcţia opusă este prevăzut cu o prelungire în care se fixează două ştifturi în aşa fel încît prin spaţiul dintre ele să treacă spira exterioară a arcului spiral într-o zonă apropiată de punctul de fixare în butuc. De fapt în figura 51 unul dintre ştifturi este înlocuit cu o cheie compusă din coloana *16* cu o prelungire orizontală şi din ştiftul *17*. Spira exterioară a arcului spiral este introdusă în această cheie. Acest dispozitiv împiedică spira exterioară a arcului spiral să iasă din cheie la apariţia unor zguduituri sau şocuri.

Dacă se deplasează vîrful compasului (privit de sus in sensul orar) lungimea arcului cuprinsă între butuc şi aceste ştifturi se va micşora, iar cea care ia parte la oscilaţie va creşte, ceea ce va determina o creştere a perioadei de oscilaţie, iar ceasornicul va rămîne în urmă. La o astfel de deplasare extremitatea compasului care serveşte ca indicator se va deplasa spre litera „R" sau „S" marcate pe puntea balansierului (litera R provine de la cuvîntul „retard" din franceză, respectiv „slow" din engleză care înseamnă în urmă, tîrziu, încet). Dimpotrivă, dacă se deplasează compasul în sens contrar lungimea activă a arcului spiral scade, perioada se va micşora iar ceasul va merge înainte. Indicatorul se va deplasa spre litera „A" sau „F" (în franceză „avance" înseamnă înainte, iar „fast" în limba engleză repede).

În felul acesta compasul reprezintă un dispozitiv de reglare a perioadei de oscilaţie a balansierului. Este evident că porţiunea arcului spiral pe care se poate deplasa compasul de reglare trebuie să fie o curbă circulară concentrică cu centrul de rotaţie al compasului (adică cu axul balansierului). În caz contrar prin deplasarea compasului arcul spiral s-ar deforma şi astfel ar apare perturbaţii mari în funcţionarea ceasornicului.

Fiind vorba de ceasornice portabile, care în timpul funcţionării ocupă cele mai diferite poziţii, este evident că roata oscilatoare nu trebuie să aibă bătăi frontale, adică în timpul oscilaţiei trebuie să se menţină într-un plan şi să fie foarte bine echilibrată. Roţile oscilatoare fără şuruburi se echilibrează prin îndepărtare de material prin găurire din obadă în zona care are un surplus de masă. Roţile oscilatoare cu şuruburi fixate în jurul circumferinţei se echilibrează prin înşurubarea mai mult sau mai puţin

adîncă a şuruburilor, înlocuirea unor şuruburi cu altele, fixarea unor rondele între şurub şi obadă. Aceste şuruburi servesc şi la modificarea momentului de inerţie al balansierului.

2. Perioada de oscilaţie

Mărimile care influenţează perioada de oscilaţie sînt:

— momentul de inerţie al tuturor maselor ce se află în mişcare de oscilaţie;

— momentul director al arcului spiral care depinde de lungimea arcului spiral, de dimensiunile secţiunii arcului şi de caracteristicile mecanice ale materialului folosit.

Trebuie subliniat faptul că momentul de inerţie al unei mase creşte cu pătratul distanţei pînă la axa de oscilaţie.

Dacă se consideră că o unitate de masă se găseşte la o distanţă de 2 cm faţă de axă, ea va avea un moment de inerţie de $2^2=4$ ori mai mare decît aceeaşi unitate de masă situată la distanţa de 1 cm de axă. Din această cauză la o roată oscilatoare, pentru a se obţine un anumit moment de inerţie, se recomandă următoarea soluţie: butuc mic, spiţe subţiri şi uşoare şi obadă mai grea.

Folosirea unui disc plin în locul roţii cu spiţe, la acelaşi moment de inerţie, ar presupune o masă mult mai mare. Acest lucru ar avea drept urmare o încărcare suplimentară a cepului şi a lagărului.

Diametrul arcului spiral trebuie să nu fie nici mai mic de jumătate din diametrul roţii oscilatoare, însă nici mai mare de 2/3 din acelaşi diametru. Perioada unei oscilaţii simple (corespunzătoare unei bătăi, respectiv intervalului dintre două transmiteri de impulsuri) este dată de relaţia:

$$T_0=\pi\cdot\sqrt{\frac{I}{D}} \tag{16}$$

Momentul de inerţie I al masei totale M a balansierului este dat de relaţia:

$$I=M\cdot r^2 \tag{17}$$

în care r reprezintă raza de inerţie, adică distanţa la care s-ar situa masa M presupusă punctiformă, pentru a avea acelaşi moment de inerţie cu balansierul considerat.

Momentul director D al arcului spiral este dat de relaţia:

$$D=\frac{E\cdot h\cdot s^3}{12\cdot L}\cdot\frac{\alpha}{57{,}3} \tag{18}$$

în care:

E este modulul de elasticitate al materialului din care este executat arcul spiral;
h — lăţimea arcului spiral;
s — grosimea arcului spiral;
L — lungimea arcului spiral;
α — unghiul de oscilaţie al balansierului, exprimat în grade.

Perioada de oscilaţie a balansierului este independentă de valoarea unghiului de oscilaţie deoarece oscilaţiile sînt izocrone. Din acest motiv se va lua momentul director pentru oscilaţia de 1 rad=57,3°.

Înlocuindu-se în expresia (16) valorile pentru I şi D se obţine:

$$T_0=\pi\sqrt{\frac{M\cdot r^2}{\frac{Ehs^3}{12L}}}$$

$$T_0=\pi\sqrt{\frac{12\,Mr^2L}{Ehs^3}} \qquad (19)$$

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{3\,Mr^2L}{Ehs^3}}$$

Perioada T_0 este direct proporţională cu: rădăcina pătrată a lungimii arcului spiral, rădăcina pătrată a masei şi cu raza de inerţie; ea este invers proporţională cu: rădăcina pătrată a modulului de elasticitate, rădăcina pătrată a lăţimii arcului spiral şi rădăcina pătrată a grosimii arcului ridicată la puterea a 3-a.

Din această relaţie se observă că singura mărime variabilă, la o roată oscilatoare şi un arc dat, este lungimea arcului spiral (lungimea lui activă care participă la oscilaţie). În practică, potrivirea mersului, respectiv corectarea abaterilor, se face tocmai prin modificarea lungimii L. În anumite condiţii se poate modifica şi raza de inerţie a balansierului.

3. Tipuri constructive de roţi oscilatoare şi arcuri spirale

Balansierul fiind alcătuit din două părţi principale — roata oscilatoare şi arcul spiral — este necesară o clasificare şi descriere a celor două elemente separat.

a. **Roata oscilatoare.** Se cunosc mai multe tipuri:

1) *Roata oscilatoare simplă monometalică* (fig. 52, a) este executată din alamă, alpaca sau bronz cu beriliu. Obada roţii oscilatoare nu este secţionată (întreruptă). În trecut aceste roţi se foloseau numai la ceasornice de calitate inferioară, deoarece dacă se utilizează împreună cu un arc spiral din oţel sau bronz care îşi modifică elasticitatea o dată cu variaţia temperaturii, această modificare trebuie compensată de o modificare a momentului de inerţie al roţii oscilatoare. Astăzi se folosesc roţi oscilatoare monometalice şi la ceasornicele de calitate bună, deoarece noile materiale folosite pentru arcuri spirale nu-şi modifică caracteristicile la variaţii ale temperaturii. Pe de altă parte se cunosc astăzi metode dinamice de echilibrare a balansierului, fapt care nu mai face necesară utilizarea şuruburilor de echilibrare.

2) *Roata oscilatoare monometalică cu şuruburi* (fig. 52, b) este prevăzută pe suprafaţa exterioară cu găuri filetate pentru şuruburi prin a căror înşurubare mai mult sau mai puţin adîncă se modifică valoarea momentului de inerţie.

3) *Roata oscilatoare anizotropă* (fig. 53) se ştanţează dintr-un material anizotrop, de exemplu zincul, sau un aliaj cu adaos redus de cupru, laminat. Acest material se caracterizează prin aceea că cristalizează în reţea hexagonală care are o alungire în direcţia axei principale de trei ori mai mare decît în alte direcţii. La laminare majoritatea cristalelor

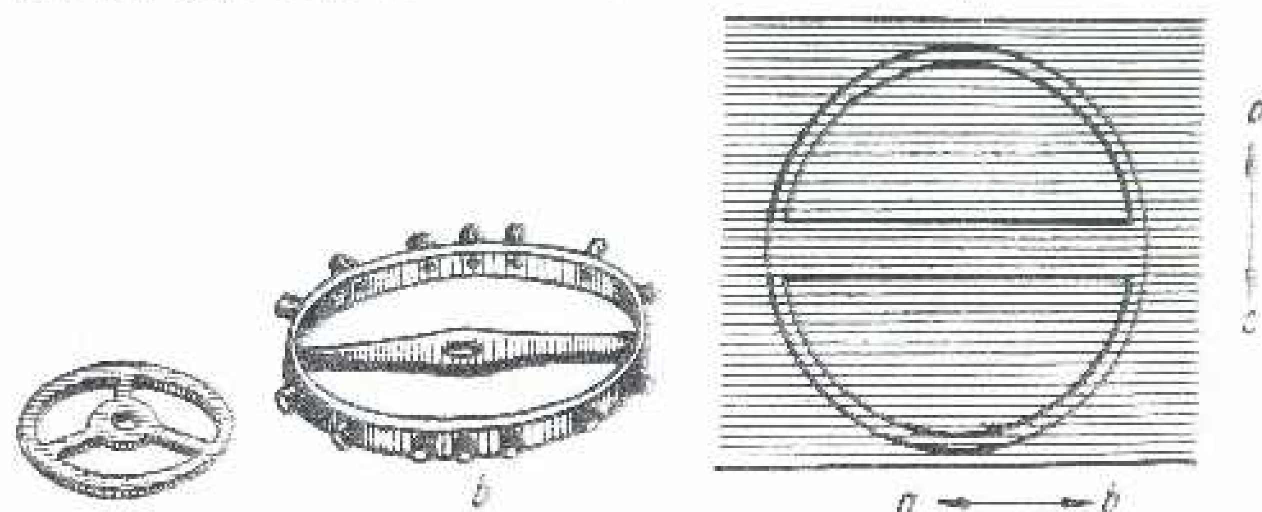


Fig. 52. Roată oscilatoare simplă.   Fig. 53. Roată oscilatoare anizotropă.

se aranjează cu axa principală în direcţia laminării $a-b$. Dacă se ştanţează roţile oscilatoare astfel încît cele două spiţe să fie orientate după direcţia laminării, se va obţine o alungire, respectiv o modificare a momentului de inerţie la creşterea temperaturii. Această soluţie a fost propusă în anul 1925 de către Straumann. Aceste roţi oscilatoare pot compensa erori datorită temperaturii de 1—2 s/grd. zi.

4) *Roata oscilatoare de compensaţie bimetalică* (fig. 54) are obada formată din două metale (două inele din metale diferite), lipite între ele, care se caracterizează printr-un coeficient de dilatare diferit.

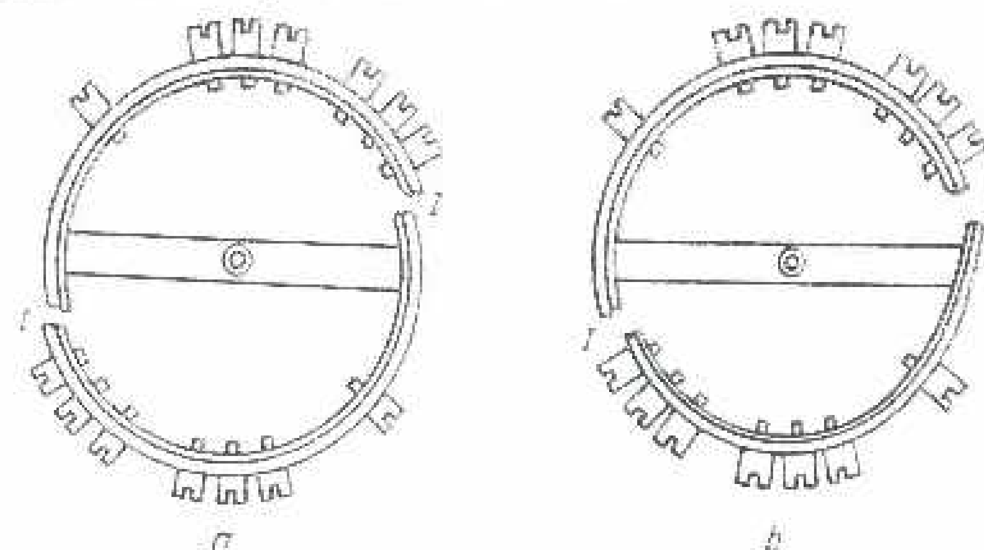


Fig. 54. Roată oscilatoare de compensaţie.

Astfel, de exemplu, inelul interior se execută din oţel, iar cel exterior din alamă. Obada este întreruptă în două locuri I în imediata apropiere a spiţelor. La o scădere a temperaturii capetele libere ale obezii

se deschid, distanțîndu-se de centru. Astfel momentul de inerție va crește și va compensa tendința de grăbire datorită arcului spiral (fig. 54, *a*). Invers, la o creștere a temperaturii, capetele se vor apropia de centru. Astfel momentul de inerție va scădea și va compensa astfel tendința de întîrziere datorită arcului spiral (fig. 54, *b*).

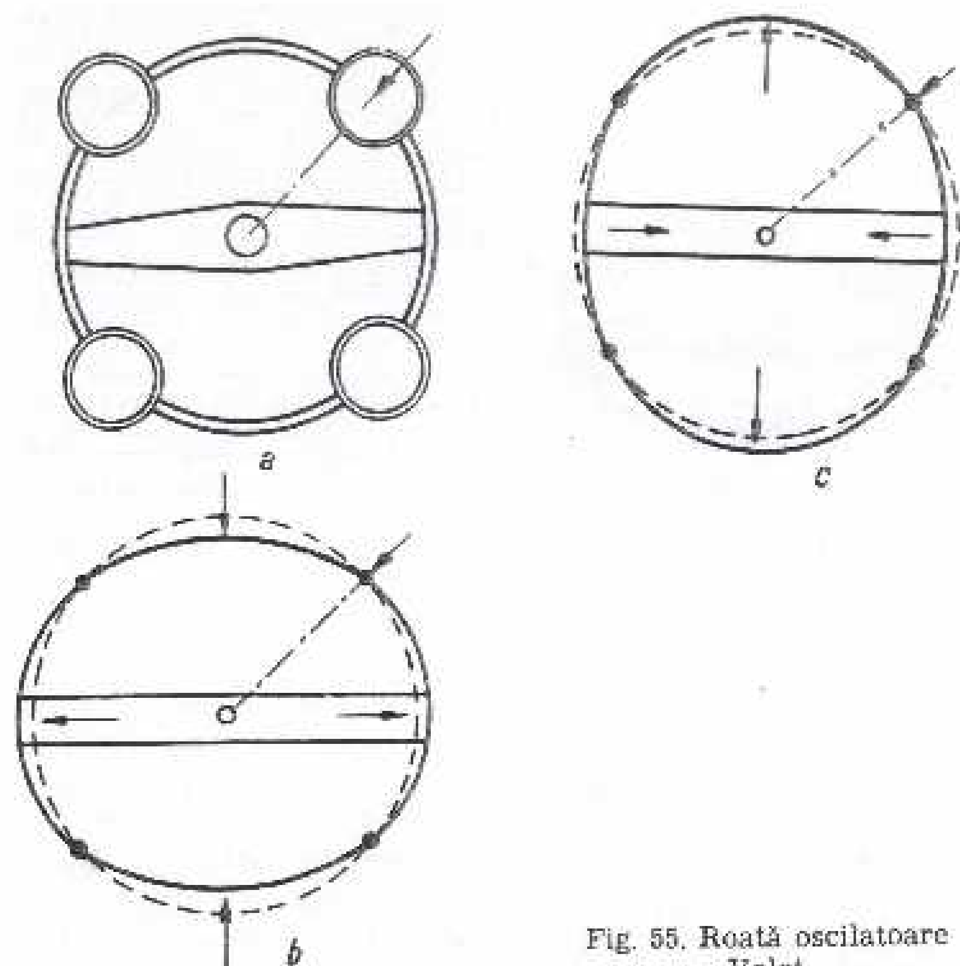


Fig. 55. Roată oscilatoare Volet.

În afara tipurilor prezentate se cunosc și alte variante, de exemplu roata oscilatoare volet, roata oscilatoare Guillamme. Prima constă dintr-o obadă din invar și spițe din alamă (fig. 55; a). Felul cum se poate compensa variația de mers, datorită influenței temperaturii asupra arcului spiral, se poate observa din figurile 55, *b* și 55, *c*.

b. **Arcuri spirale.** Precizia de funcționare a ceasornicelor este dată în primul rînd de calitățile arcului spiral. La primele ceasornice mici, balansierul oscila fără a avea un arc spiral (Foliot). Oscilațiile au fost neuniforme și perioada nu putea fi reglată. În 1675 C. Huygens a descoperit și folosit arcul spiral (fig. 56). Arcul fiind executat din cupru sau oțel avea puține spire. Cu toate aceste neajunsuri a adus ceasornicelor cu balansier îmbunătățirea necesară pentru a atinge precizia de funcționare a ceasornicelor cu pendul din acea vreme.

În jurul anului 1700 de la Hire a propus folosirea unui arc ondulat (fig. 57). Au mai existat și alte propuneri ca de exemplu: arcul elicoidal cilindric (fig. 58, *a*) prevăzut cu curbele terminale (de capăt) *1* și *2*, prin care se realiza legătura cu balansierul și butucul de frecare al arcului elicoidal. Acest arc a fost introdus în 1782 de către J. Arnold. Curbele *1* și *2*

aveau și rolul de a asigura arcului o desfășurare uniformă în timpul oscilațiilor.

Au mai fost și alte propuneri ca: arcul conic (fig. 58, *b*) al lui L. Berthoud, arcul tip butoi (fig. 58, *c*) al lui F. Havriet etc. Astăzi la ceasornicele portabile se folosesc numai arcuri spirale și arcuri elicoidale cilindrice.

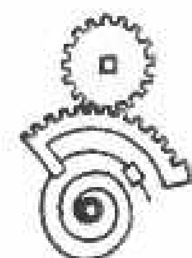


Fig. 56. Arcul spiral al lui Huygens.

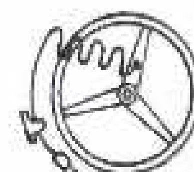


Fig. 57. Arcul lui de la Hire.

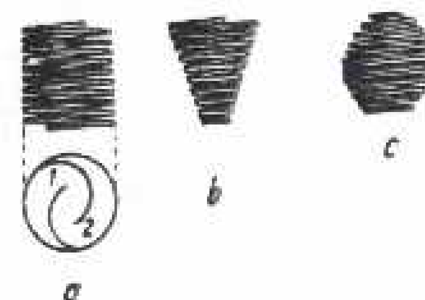


Fig. 58. Arcuri elicoidale.

1) *Arcul spiral plat* este fixat cu capătul interior de rola *1* iar cu capătul exterior de butucul *2* (fig. 59, *a*). Rola *1* este crestată, ceea ce face posibilă rotirea ei pe axul balansierului. Acest arc are dezavantajul că în timpul deschiderii (fig. 59, *b*) și al strîngerii (fig. 59, *c*) nu se desfășoară concentric. Astfel apar anumite solicitări laterale ale cepurilor pe lagăre care în ultima analiză provoacă abateri ale mersului.

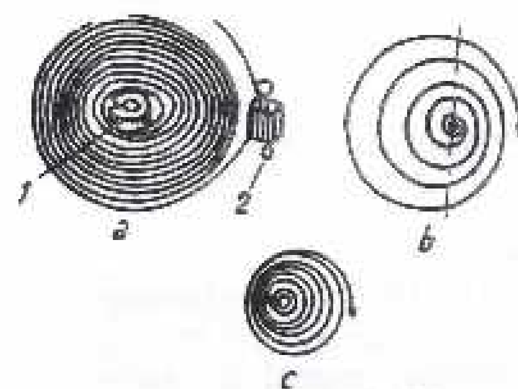


Fig. 59. Arc spiral plat.

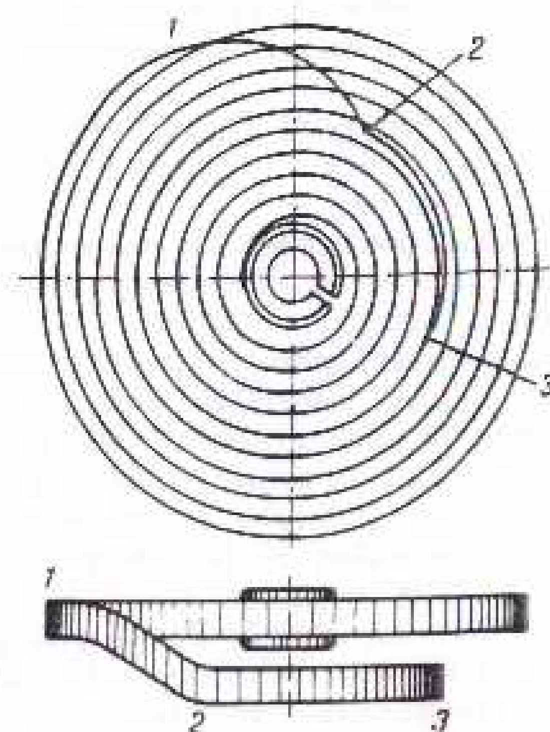


Fig. 60. Arc spiral Breguet.

2) *Arcul spiral Breguet* (fig. 60). Ceasornicarului A. L. Breguet îi aparține ideea de a ridica ultima spiră (exterioară) într-un alt plan decît restul spirelor, atribuind acestei spire forma empirică *1*, *2*, *3* în scopul obținerii unei deschideri și strîngeri concentrice a arcului spiral. Această

formă este întîlnită astăzi la toate ceasornicele de calitate superioară.

3) *Arcul elicoidal cilindric* (fig. 61). Inginerul francez E. Philips a determinat în 1861 condițiile care trebuie îndeplinite de curbele terminale. De atunci ele poartă denumirea de curbele terminale Philips. Ele își găsesc aplicație la arcurile cronometrelor marine. Acestora le lipsește compasul de reglare și spira terminală *1* este legată direct de butucul *2*, care îndeplinește și rolul de reglare. În funcție de sensul de înfășurare se deosebesc arcuri spirale spre stînga (fig. 62, *a*), respectiv arcuri spirale spre dreapta (fig. 62, *b*).

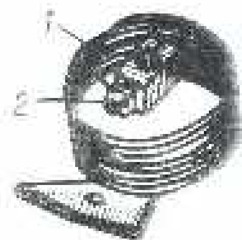


Fig. 61. Arcul elicoidal al lui Philips.

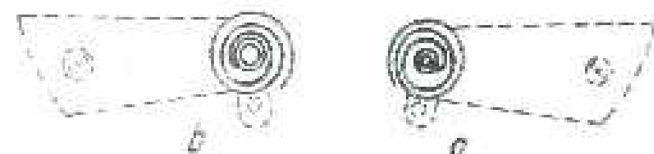


Fig. 62. Arc spiral drept și sting.

Ca materiale pentru arcul spiral se folosesc: oțel, cupru, bronz și aliaje speciale.

4. Compensarea balansierului

Factorii care influențează perioada de oscilație a balansierului au fost arătați în mod destul de amănunțit la ceasornicul deșteptător. La ceasornicele portabile de o însemnătate deosebită este echilibrarea corectă a balansierului. Deoarece în privința preciziei pretențiile sînt mult mai mari la ceasornicele de mînă și de buzunar, decît la ceasornicele deșteptătoare, se impune ca o primă și importantă măsură eliminarea variației de mers, respectiv variația perioadei de oscilație, la variații de temperatură. Compensarea balansierului, adică anihilarea efectului produs de variația temperaturii asupra elasticității arcului spiral se realizează prin obținerea unui efect contrar la roata oscilatoare. Cel mai des întrebuințate în trecut au fost roțile oscilatoare bimetalice de compensație cu două spițe, cu obada din alamă și oțel, descrise anterior.

Fenomenul de compensare se poate urmări mai ușor în tabela 2.

a. **Roata oscilatoare bimetalică cu compensare.** În figura 63 este reprezentată o roată oscilatoare bimetalică cu compensare. La ceasornicele bune se deosebesc două categorii de șuruburi:

— patru șuruburi *a* de echilibrare și de modificare a momentului de inerție dispuse așa cum se vede în figură. Ele au capul mai mic, circa jumătate din înălțimea capului celorlalte șuruburi. Aceste șuruburi de aur sau alamă trebuie să fie astfel înșurubate în obada roții balansierului încît să nu se deșurubeze în timpul oscilațiilor balansierului; totodată înșurubarea trebuie să se facă destul de ușor pentru ca modificarea momentului de inerție să nu necesite demontarea balansierului;

Fenomenul de compensare

Temperatura	Modificările produse asupra arcului spiral	Modificarea mersului ceasornicului	Compensarea prin roata oscilatoare
crește	Elasticitatea arcului spiral scade	întîrzie	Obada, respectiv capetele se apropie de centrul de oscilație; momentul de inerție scade, și apare deci tendința de grăbire efect care anihilează efectul produs de scăderea elasticității arcului spiral
scade	Elasticitatea arcului spiral crește	grăbește	Obada, respectiv capetele se depărtează de centrul de oscilație; momentul de inerție crește și apare deci tendința de întîrziere, efect care anihilează tendința de grăbire provocată de creșterea elasticității arcului spiral

— șuruburile de compensare care sînt toate celelalte șuruburi ce servesc la realizarea compensației dorite. În obada roții oscilatoare sînt mai multe găuri filetate pentru a face posibilă mutarea unor șuruburi, sau înlocuirea unora cu altele. La ceasornicele precise (fig. 64) aceste șuruburi de compensare nu sînt la fel de grele (au diferite înălțimi și dimensiuni ale capului șurubului). Prin mutarea șuruburilor de compensare de la locul de secționare (capătul liber) al obezii, sau înlocuirea lor cu altele mai ușoare, se reduce evident efectul de compensare. Dimpotrivă, prin mutarea unor șuruburi suplimentare spre capătul liber al obezii, sau în-

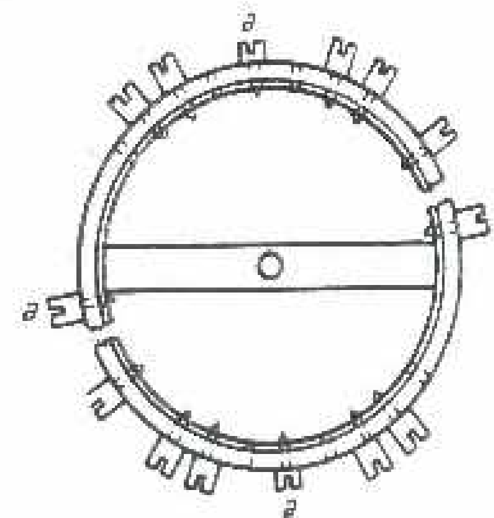


Fig. 63. Roata oscilatoare bimetalică de compensare.

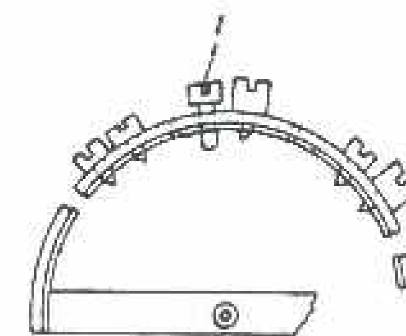


Fig. 64. Șuruburi de compensare și șuruburi de echilibrare.

locuirea lor cu altele mai grele, se mărește efectul de compensare. În acest fel roata oscilatoare poate fi adaptată diferitelor calități ale arcului spiral. Operația de reglare a ceasornicului în felul descris poartă denumirea de reglare fină.

La ceasornicele de calitate superioară se recomandă ca compasul de reglare să fie lăsat în poziția mijlocie și reglarea mersului să se execute cu ajutorul șuruburilor de echilibrare. Acest mod de reglare a mersului este mult mai indicat deoarece de exemplu la un ceasornic Glasshütte printr-o singură rotație a două dintre șuruburile *1* opuse se obține o modificare a mersului cu 60 s în 24 h, dacă șuruburile sînt de aur (greutate specifică mare). Dacă șuruburile sînt de alamă, pentru obținerea unei variații de mers identice, șuruburile trebuie rotite mai mult (cu circa 1/4 de rotație în plus). La rotirea șuruburilor în sensul scoaterii lor din obadă se obține o întîrziere iar la înșurubare o grăbire a mersului ceasornicului.

Este evident că reglarea compensației este o operație destul de dificilă și costisitoare. La aceasta se mai adaugă și faptul că orice ceasornic trebuie verificat în șase poziții deosebite pentru a avea siguranța că el în exploatare funcționează corect. Din această cauză cercetările au fost îndreptate spre găsirea unor materiale pentru arcul spiral care să nu sufere modificări ale elasticității, astfel încît compensarea cu roata oscilatoare să nu mai fie necesară. Aceasta cu atît mai mult cu cît compensarea, deși poate atinge performanțe deosebite, aproape de performanțe ideale, nu este rentabilă decît la cronometrele de marină și ceasornicele de inaltă precizie care însă au prețuri ridicate.

b. **Arcul spiral compensator Perret.** La începutul secolului nostru, o dată cu apariția aliajului denumit „invar“ (aliaj nichel-oțel) care se caracterizează printr-un coeficient foarte mic de dilatație termică, s-a încercat să se execute arcul spiral din acest aliaj în speranța că și elasticitatea va fi invariabilă cu temperatura. Încercarea nu a reușit deoarece invarul are o duritate (elasticitate) prea mică pentru un arc. Perret a încercat să realizeze arcul spiral dintr-un alt aliaj al nichelului cu oțel și roata oscilatoare din invar. Și astăzi există ceasornice la care s-a aplicat această soluție. Rezultatele obținute au fost mai bune decît în cazul folosirii unei roți oscilatoare monometalice simple de alamă și arc spiral de oțel. Acest lucru este explicabil deoarece la această soluție s-a îmbunătățit numai roata oscilatoare care, fiind executată din invar, nu-și modifică momentul de inerție deoarece nu se modifică dimensiunile ei. În acest fel însă nu a fost eliminată modificarea perioadei datorită variației elasticității arcului spiral.

c. **Arcul spiral din elinvar.** Arcul spiral care nu-și modifică elasticitatea a fost descoperit de Guillaume prin folosirea aliajului denumit elinvar. Astfel, prin folosirea unei roți oscilatoare din invar și a arcului spiral din elinvar nu mai apar variații de mers la variații de temperatură. Această combinație se recomandă la ceasornicele de calitate medie și superioară.

Arcul spiral din elinvar este ieftin, în schimb roata oscilatoare din invar este scumpă, deoarece invarul se prelucrează greu. O roată ieftină poate fi realizată de fapt numai din alamă dar aceasta introduce din nou o abatere datorită dilatației roții oscilatoare la variații de temperatură.

d. **Roata oscilatoare cu compensare suplimentară.** Variația de mers care apare la ceasornicele echipate cu arcul spiral din elinvar și roata oscilatoare monometalică din alamă se elimină uneori cu așa-numita compensare suplimentară (fig. 65). Obada nu este secționată și este executată din alamă ca și spițele. Spre deosebire de roțile oscilatoare secționate, șuruburile de compensare *5* nu au nici un rol în ce privește compensarea. De fapt această roată oscilatoare nu ar necesita șuruburi însă s-au păstrat din punctul de vedere al aspectului și pentru avantajul că momentul de inerție al balansierului poate fi reglat ușor. Astfel de exemplu în figură șuruburile *6* au fost micșorate pînă s-a obținut momentul de inerție dorit. Ce apare nou la acest balansier este compensația suplimentară pe porțiunea *a—b*, fixată de obadă prin șuruburile *2*. Compensația suplimentară constă dintr-un segment de arc de cerc avînd în exterior alamă și în interior oțel, și nu este altceva decît o porțiune din roata oscilatoare bimetalică de compensație. La creșterea temperaturii capătul liber (exterior) *7* — se curbează apropiindu-se de centru. Șuruburile *3* și *4* sînt șuruburi de compensare. Prin schimbarea lor se poate mări sau micșora efectul de compensare. Efectul de compensare al porțiunii scurte *a—b*, avînd șuruburile *3* și *4* relativ mici nu este mare. Dar aceasta nici nu este necesar deoarece la creșterea temperaturii trebuie compensată numai creșterea dimensiunilor roții oscilatoare (și nu trebuie compensată variația elasticității arcului spiral, el fiind executat din elinvar). Momentul de inerție al roții oscilatoare va rămîne deci constant dacă șuruburile *3* și *4* au fost aranjate corespunzător, ceea ce se obține prin încercări. Ceasornicul va funcționa deci corect și la variație de temperatură. În realitate însă arcul spiral din elivar prezintă totuși o mică variație a elascității care poate fi compensată de compensația suplimentară prin fixarea șurubului *3*, în orificiul filetat *1* la extremitatea liberă a porțiunii *a—b*. La balansierele cu compensație suplimentară arcul spiral de elinvar nu poate fi înlocuit cu un arc de oțel. Aceasta întrucît compensația suplimentară nu poate anihila variația elascității arcului spiral de oțel. Elinvarul este tot un aliaj oțel-nichel cu un adaos de crom, mangan, wolfram, wanadiu și molibden care măresc considerabil elascitatea. Acest aliaj a fost descoperit în anul 1919.

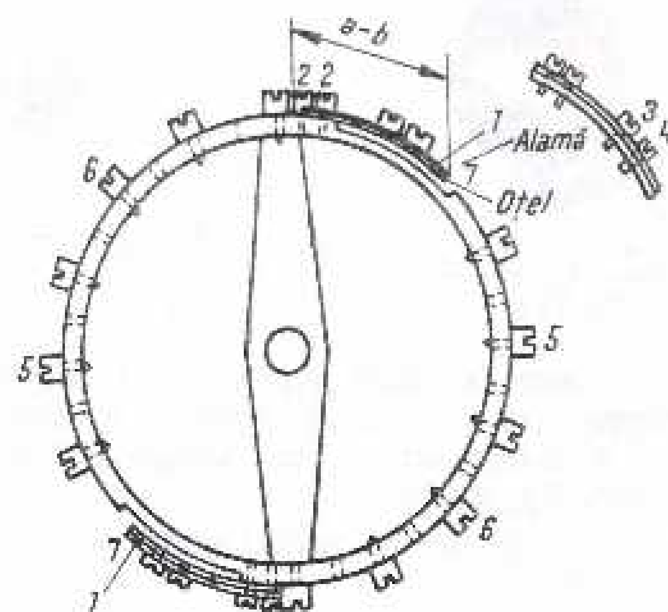


Fig. 65. Roata oscilatoare cu compensare suplimentară.

Trebuie subliniat faptul că atunci cînd se vorbește de momentul de inerție intră toate masele fixate pe axul balansierului. Cum însă acesta depinde de masa și raza de inerție la puterea a doua este evident că

influența cea mai mare o vor avea obada balansierului și șuruburile fixate în ea.

Arcul spiral de elinvar prezintă două avantaje față de cel din oțel și anume:

— o variație foarte mică a elasticității;

— influența cîmpului magnetic este redusă.

Dar acest arc are și un dezavantaj față de cel de oțel și anume elasticitate, respectiv duritate redusă care face ca acest arc să fie ușor deformabil la atingerile inevitabile din timpul demontării.

e. **Arcul spiral din nivorax.** Acest aliaj se caracterizează prin elasticitate constantă și ridicată, este amagnetic și inoxidabil. Între arcul spiral din alinvar și nivorax se situează arcurile din metal invar, durinval și izoval. Pentru a profita la maximum de avantajele acestui aliaj, arcul spiral din nivorax trebuie folosit cu o roată oscilatoare care să fie de asemenea insensibilă la variații de temperatură adică din invar.

La ceasornicele de calitate inferioară roata oscilatoare nu se execută din invar deoarece acesta se prelucrează foarte greu. Aici se poate folosi cu succes roata oscilatoare Strauman (din zinc laminat). De fapt această combinație executată în mod corect poate fi utilizată și la ceasornicele bune și chiar la ceasornicele de precizie.

f. **Roata oscilatoare din bronz cu beriliu.** Aceasta este o roată simplă, nesecționată și se caracterizează prin faptul că este amagnetică și poate fi îmbunătățită, obținîndu-se o duritate mult mai ridicată decît a celei din alamă sau alpaca. Astfel pericolul de deformare este mult mai mic. În ce privește compensarea, roata oscilatoare din acest aliaj nu prezintă nici o noutate, adică în combinație trebuie folosit un arc spiral fără modificarea elasticității cu temperatura pentru obținerea unor rezultate bune.

5. Lagărul balansierului

Forma cepului axului balansierului a fost tratată la capitolul IV „Mecanismul de transmisie". În scopul reducerii frecării și obținerii unor amplitudini mari, cepul are un diametru foarte mic 0,07—0,12 mm. Suprafețele active (care vin în contact cu pietrele ce alcătuiesc lagărul) trebuie să fie foarte bine prelucrate și să prezinte o suprafață oglindă. Lagărul pentru axul balansierului este alcătuit aproape exclusiv din cîte o piatră de trecere și una de acoperire.

În figura 66 se arată un mod avantajos de montare a pietrelor. Pietrele sînt montate prin bordurare. Locul de bordurare este indicat prin *b*. Distanța dintre piatra de acoperire și cea de trecere este de 0,05 mm. Această distanță are un rol deosebit de important întrucît de ea depinde formarea peliculei de ulei atît de necesară funcționării corecte a ceasornicului. Se mai observă că piatra cu gaură este cavă pe partea din care intră cepul tocmai în scopul ușurării introducerii lui în lagăr. Dacă cepul nu ar avea pragul *p* ar exista pericolul ca la o ungere prea abundentă uleiul *u* să se scurgă de-a lungul axului ajungînd pe arcul spiral

unde s-ar întinde producînd lipirea spirelor, datorită cărui fapt ceasornicul va grăbi foarte mult sau se va opri.

În figura 67 este reprezentat un lagăr pentru axul balansierului cu pietre presate. Acesta prezintă dezavantajul că uleiul *u* se va întinde (se va consuma) scurgîndu-se pe suprafețele *s* dintre puntea balansierului și

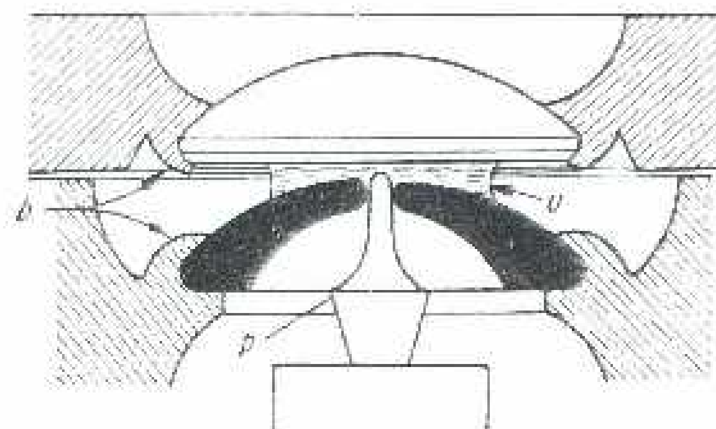


Fig. 66. Lagărul balansierului cu pietre montate prin bordurare.

plăcuța pentru piatra de acoperire și deci cepul va oscila fără ungere. Situația poate fi îmbunătățită dacă se practică teșiturile *t* din figura 68, *a* datorită cărora se obține din nou un film de ulei care împiedică întinderea uleiului.

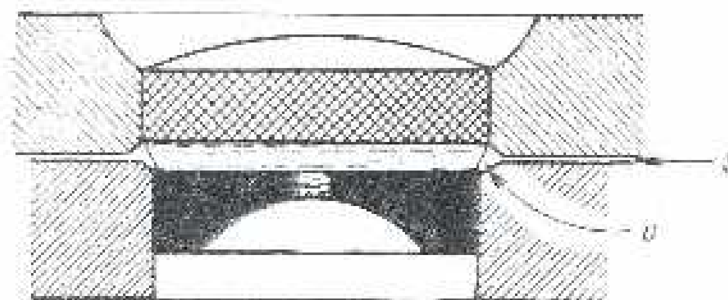


Fig. 67. Lagărul balansierului cu pietre montate prin presare

O soluție și mai bună este reprezentată în figura 68, *b* unde condițiile de ungere sînt la fel de bune ca la pietrele montate prin bordurare, piatra cu gaură prezentînd o suprafață bombată înspre piatra de acoperire. Și în acest caz se practică teșiturile *t* (partea stîngă) deoarece eventualele muchii ascuțite *c* ar putea favoriza întinderea uleiului spre suprafața de contact *b* între punte și plăcuță

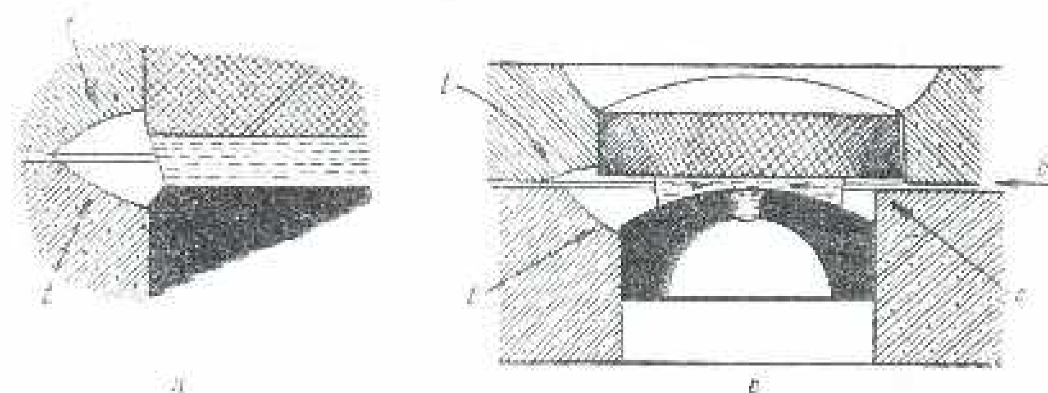


Fig. 68. Soluții îmbunătățite cu pietre montate prin presare.

Din necesitatea de a se reduce frecarea, diametrul cepului balansierului trebuie să fie foarte mic. O dată însă cu reducerea diametrului cepului, crește pericolul ruperii lui la șocurile și loviturile inevitabile la care este supus ceasornicul portabil. Acest pericol este mărit și de

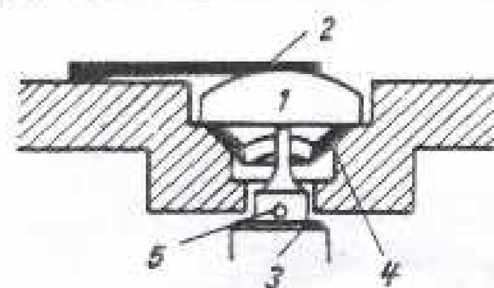
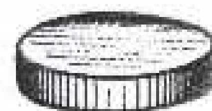
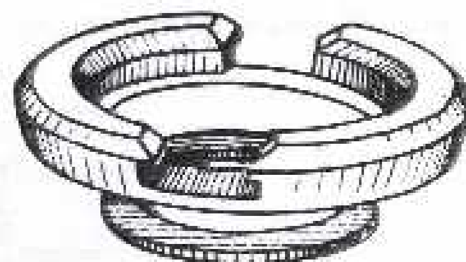
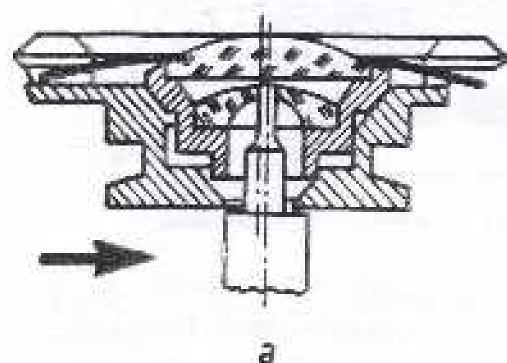
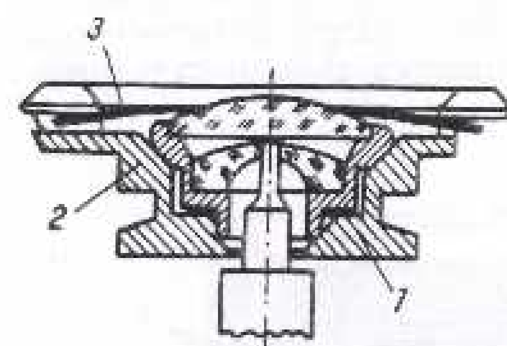


Fig. 69. Principiul amortizării șocurilor.

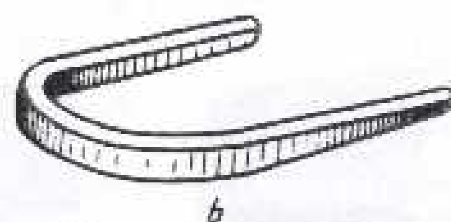


Fig. 70. Sistemul incabloc:
a — funcționare; b — piese componente.

tratamentul termic (îmbunătățirea) axului balansierului. La aceasta s. mai adaugă și greutatea respectiv inerția destul de mare datorită masei mari a roții oscilatoare. Din aceste motive, astăzi toate lagărele pentru balansier sînt prevăzute cu un sistem de amortizare a șocurilor, și pre-

luare a lor în final de către însuși fusul și nu de către cepul balansierului.

Ceasornicele echipate cu un sistem oarecare de amortizare a șocurilor sînt cunoscute și sub denumirea de ceasornice antișoc. În principiu un astfel de sistem funcționează astfel (fig. 69): piatra de acoperire *1* se află sub acțiunea unui arc *2*, iar la apariția unui șoc în direcția axială, piatra se ridică atît de mult încît umărul *3* se va lovi de partea fixă. Pentru amortizarea unor șocuri laterale piatra de trecere este montată într-o bucșă cu suprafața conică *4* care la apariția șocului poate să se deplaseze lateral (însoțită și de o ridicare) și deci porțiunea *5* a fusului, care este mult mai rezistentă decît cepul, se va lovi de partea fixă. În realitate nu există șocuri laterale sau axiale, ci ele au o direcție oarecare. Ele însă pot fi descompuse oricînd după cele două direcții amintite și amortizarea șocului se va face în felul descris.

În Elveția au fost construite diferite sisteme de amortizare a șocurilor ca: Inca-bloc, Pase-choc, Kif, Choc-Resist, Monorex etc. În figura 70 este reprezentat sistemul Inca-bloc la care piatra cu gaură și piatra de acoperire sînt montate într-o bucșă *1* care alunecă pe o porțiune conică *2*, fiind apăsată în locaș de către un arc *3* care calcă pe piatra de acoperire.

În figura 71 se arată sisteme folosite la ceasornice de calitate superioară. Sistemul Monorex (fig. 71, *a*) ca și o serie de alte sisteme (Trischock, Rufarex) se caracterizează prin aceea că cele două pietre nu mai sînt montate în aceeași bucșă, ci separat. Prin aceasta se realizează în primul rînd posibilitatea deplasării unei pietre independent de cealaltă. Pietrele, fiind montate separat, vor avea masa mai mici și, deci, se vor deplasa mai ușor și asigură astfel o amortizare mai bună a șocurilor. Piatra cu gaură este montată și în aceste cazuri într-o bucșă care are în exterior o suprafață conică (înclinată la 45°) suprafinisată și care alunecă pe o suprafață cu aceeași conicitate de pe partea fixă a lagărului.

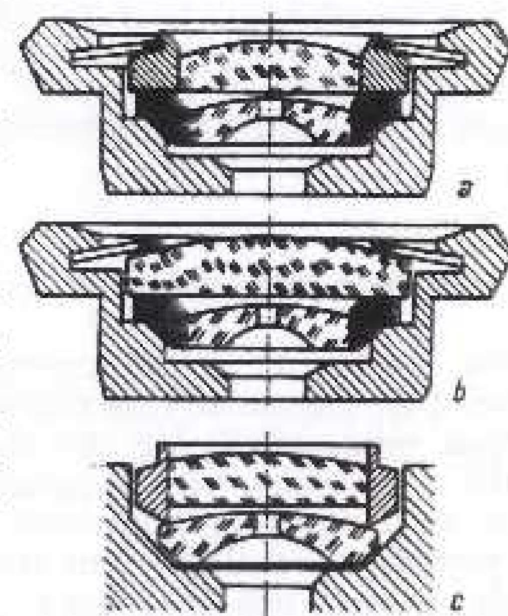


Fig. 71. Sisteme de amortizare folosite la ceasornice de calitate superioară.

Bucșa în care este montată piatra de acoperire este așezată pe bucșa pietrei cu gaură, fiind apăsată de un arc de forma unei șaibe elastice cu trei brațe.

La sistemul Trischock (fig. 71, *b*) numai piatra cu gaură este montată într-o bucșă, iar piatra de acoperire este așezată pe bucșa pietrei de trecere fără a fi montată în bucșă și este apăsată de un arc pe aceasta.

La sistemul Rufarex (fig. 71, *c*) piatra cu gaură este așezată într-un locaș, iar piatra de acoperire este montată într-o bucșă care apasă pe piatra cu gaură. Bucșa în care este montată piatra de acoperire este apăsată spre lagăr de către un arc cu trei brațe.

6. **Rola, butucul și compasul de reglare**

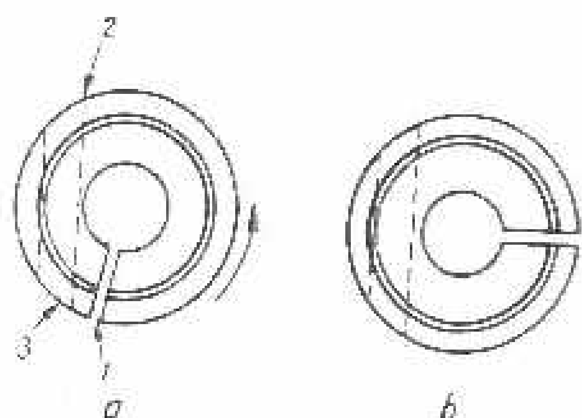
a. **Rola arcului spiral.** Dacă ar fi posibil să fie fixat capătul interior al arcului spiral exact în centrul axului balansierului, rezultatul privind mersul ceasornixului ar fi cel mai bun în sensul că oscilațiile nu ar fi influențate de curba terminală interioară. În acest caz însă nu ar fi posibil ca arcul spiral să fie demontat ușor. De aici rezultă și cerințele care se impun rolei arcului spiral și anume:

— să permită capătului interior al arcului spiral să se apropie cît este posibil de centrul axului oscilator;

— să poată fi demontată ușor și de repetate ori de pe axul oscilator fără ca prin aceasta arcul spiral să fie expus la deformații.

Pentru a face posibilă demontarea și montarea repetate și asigurarea unei anumite poziții, rola este prevăzută cu o crestătură radială. Lățimea acestei crestături trebuie să fie cît mai mică, astfel încît șurubelnița cea mai mică să poată intra în crestătură în vederea rotirii rolei pe ax cu ocazia corectării și potrivirii căderii eșapamentului. O lățime prea mare influențează negativ echilibrul balansierului. Rola este prevăzută cu o gaură transversală în care se introduce capătul interior al arcului spiral și se fixează cu un știft.

În figura 72, *a* este reprezentată o rolă executată corect. Gaura transversală *3* este în imediata apropiere a crestăturii *1*. Astfel mai mult de jumătate din suprafața interioară a rolei și anume porțiunea de la *1* la *2* va fi aderentă cu axul balansierului. Porțiunea în care se află



b

Fig. 72. Rola arcului spiral:
a — corectă; *b* — greșită.

gaura *3* este slăbită și nu are elasticitatea necesară, deci prezintă tendință de deformare. Dacă gaura de fixare are poziția din figura 72, *b*, această rolă la fiecare montare se va deforma. Dacă rola nu este destul de mare ea nu va fi niciodată strînsă suficient de aderent pe axul balansierului și prin deformarea ei poate să producă și deformarea arcului spiral.

În figura 73 sînt reprezentate cîteva forme uzuale ale rolei pentru arcul spiral.

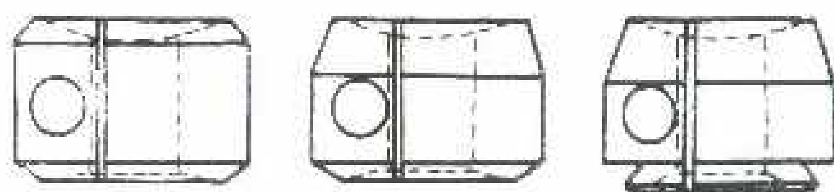


Fig. 73. Tipuri de role.

Felul, respectiv forma îndoirii dintre porțiunea dreaptă a capătului interior al arcului spiral care intră în gaura rolei și prima spiră are o importanță deosebită pentru deformarea concentrică a arcului în timpul oscilațiilor.

În figura 74, *a* este reprezentat un arc spiral montat corect și anume trecerea cu racordarea *r* se realizează printr-un sfert de arc de cerc.

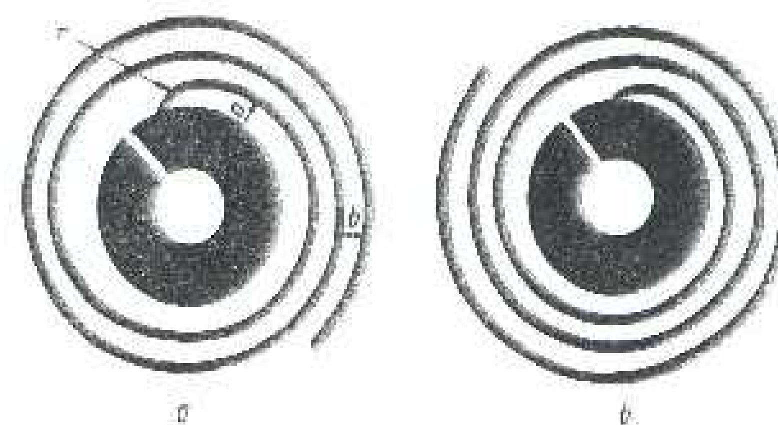


Fig. 74. Arc spiral:
a — corect; *b* — greșit.

De asemenea, distanța *a* este egală cu pasul dintre două spire *b*. În figura 74, *b* este reprezentat un arc spiral montat incorect

Fixarea capătului de arc în rolă trebuie făcută cu atenție pentru ca spirele arcului să se situeze într-un plan perpendicular pe axul balansierului.

b. **Butucul arcului spiral.** Capătul exterior al arcului spiral se fixează cu un știft într-o gaură a unui butuc numit piton, executat din alamă

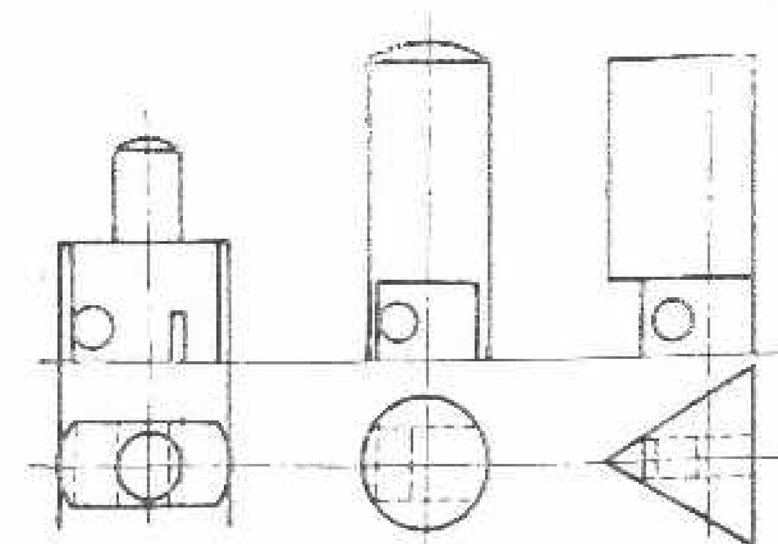


Fig. 75. Butucul arcului spiral.

sau alpaca. Pitonul este fixat de obicei în puntea balansierului, fie prin presare, fie cu șurub lateral dacă intră în orificiul respectiv cu joc. În figura 75 sînt reprezentate trei forme mai frecvent utilizate pentru piton.

Capetele arcului spiral se fixează cu ştifturi de formă şi dimensiuni potrivite. În figura 76 sînt reprezentate o fixare corectă şi cîteva fixări incorecte.

c. **Compasul de reglare.** Pentru a fi posibilă modificarea uşoară a lungimii active a arcului spiral, şi în acest fel a perioadei de oscilaţie, pe puntea balansierului în jurul plăcuţei de acoperire este montat compasul

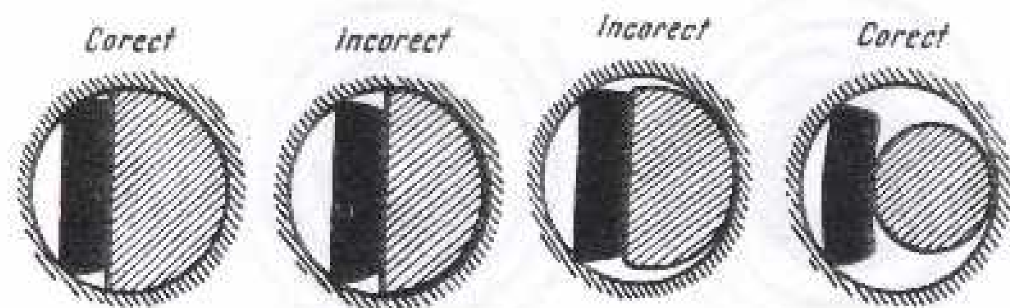


Fig. 76. Fixarea arcului spiral.

de reglare (v. fig. 51). Unul dintre capetele acestuia se poate deplasa pe ultima spiră a arcului spiral care are forma circulară.

În figura 77, *a* şi *b* este reprezentat un compas de reglare pentru arcul spiral Breguet, respectiv arcul spiral plat. La compasul pentru arcul spiral Breguet (fig. 77, *a*) ultima spiră este introdusă între cele două ştifturi *1*. Compasul pentru arcul spiral plat (fig. 77, *b*) este prevăzut cu o cheie *2*, care nu permite ieşirea spirei. Cu *3* s-a notat plăcuţa de acoperire.

În scopul creării unei posibilităţi de reglare mai fină decît prinderea indicatorului compasului cu penseta şi deplasarea lui, au fost construite cîteva dispozitive speciale de reglare.

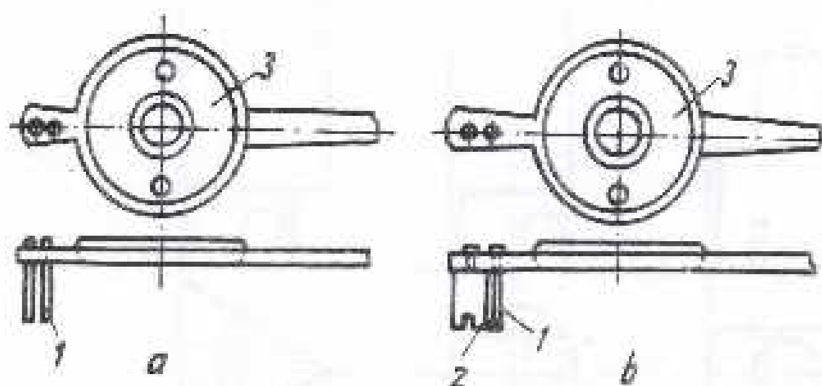


Fig. 77. Compasuri de reglare.

În figura 78, *a* este reprezentat un dispozitiv foarte simplu pentru reglarea fină. Arcul *3* împinge indicatorul compasului către şurubul *5*. Şurubul rotindu-se într-un sens sau altul, va produce deplasarea compasului în sensul grăbirii sau întîrzierii ceasornicului.

În această figură *1* este plăcuţa de acoperire în jurul căreia se roteşte compasul *2*, *4* este pitonul iar *6* este puntea balansierului.

Dispozitivul din figura 78, *b* este alcătuit dintr-un şurub *7* şi piuliţa *8* care sînt înecate în corpul punţii balansierului *6*. Indicatorul este antrenat de către piuliţa care se deplasează într-o parte sau în cealaltă, la rotirea şurubului în cele două sensuri.

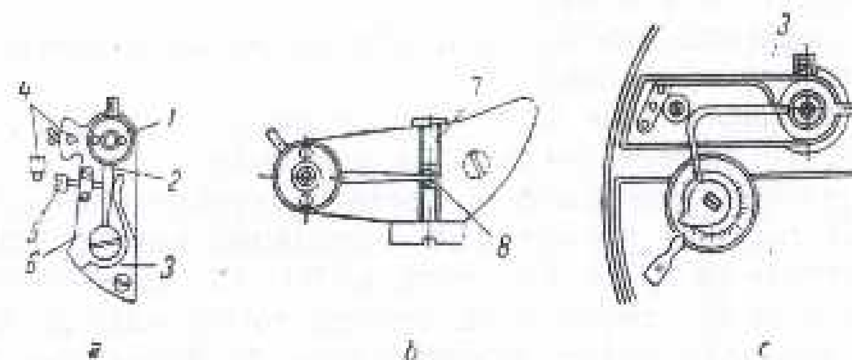


Fig. 78. Compasuri pentru reglare fină.

La dispozitivul din figura 78, *c* indicatorul poate fi deplasat cu ajutorul excentricului *9* pe care este presat indicatorul compasului de către arcul *3*.

Trebuie subliniat încă o dată că la ceasornicele de precizie (pentru observatoare) reglarea fină se execută prin modificarea momentului de inerţie.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce părţi este alcătuit balansierul? Descrieţi aceste elemente componente.
2. Care sînt factorii care determină perioada de oscilaţie?
3. Cîte tipuri de roţi oscilatoare cunoaşteţi?
4. Cîte feluri de arcuri spirale se utilizează?
5. Ce se înţelege prin compensarea roţii oscilatoare?
6. Cum se explică compensarea la roata oscilatoare bimetalică?
7. Cum se obţin alte compensări?
8. Explicaţi necesitatea şi modul de acţiune al roţii oscilatoare cu compensări suplimentare.
9. Prin ce se caracterizează lagărul balansierului? Descrieţi cîteva soluţii.
10. Descrieţi cîteva soluţii pentru lagăre antişoc.
11. Ce rol are rola balansierului? Arătaţi cîteva forme de role uzuale!
12. Cum trebuie să arate un butuc corect pentru arcul spiral?
13. Indicaţi cîteva dispozitive de reglare fină a compasului de reglare!

CAPITOLUL VII

MECANISMUL INDICATOR

Mecanismul indicator este format din partea de angrenaj care, prin intermediul indicatoarelor și cadranului, înregistrează numărul de oscilații ale balansierului. Legătura dintre mecanismul de transmisie și mecanismul indicatoarelor trebuie realizată printr-un cuplaj elastic (cu frecare).

La ceasornicele de uz general cadranul este împărțit în douăsprezece părți (ore). Astfel, între arătătorul minutar și cel orar trebuie să existe un raport de 12 : 1. Numărul de dinți ai pinionului pătrar, roții schimbătoare, pinionului schimbător și roții orare folosite a fost dat în tabela 15 din volumul pentru anii I și II.

La ceasornicele de înaltă precizie pentru observatoarele de timp cadranul are 24 de diviziuni pentru 24 h. În acest caz raportul de transmisie va fi de 24 : 1.

a. **Cuplajul elastic.** Se cunosc mai multe soluții de realizare a cuplajului elastic dar toate se bazează pe realizarea unui cuplaj prin frecare, de obicei pe axul minutar prelungit.

În figura 79 este reprezentat așa-numitul sistem cu știft indicator. Pinionul central, respectiv axul minutar *2* este găurit și prin el trece un știft numit știft indicator *1* deoarece poartă indicatorul minutar. Pe acest știft este fixat prin presare pinionul pătrar. Cuplajul prin frecare este realizat între pinionul minutar găurit și știftul indicator. În acest

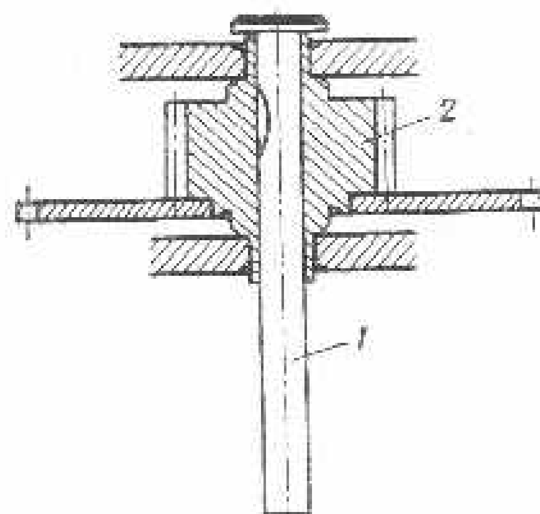


Fig. 79. Cuplaj cu știft.

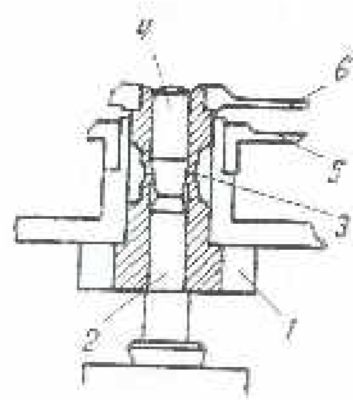


Fig. 80. Cuplaj cu bucșă.

scop uneori știftul este lovit (turtit) parțial pentru a se obține frecarea dorită.

Sistemul cel mai frecvent utilizat este cel cu bucșă reprezentat în figura 80. Pinionul pătrar *1* este găurit și se montează liber pe axul central (minutar) *2*. Țeava pinionul pătrar este prevăzută cu o degajare realizată pe suprafața exterioară, practicată în scopul subțierii peretelui.

Prin strivire, în acest loc se formează în interior o proeminență *3* care va freca pe porțiunea conică *4* a axului minutar *2*. Prin această frecare se realizează cuplajul elastic. Pe țeava pinionului pătrar se fixează arătătorul minutar *6*, iar arătătorul orar *5* este montat pe bucșa roții orare.

b. **Cadranul.** Cadranul este elementul ceasornicului pe care se pot citi ora, minutele și secundele prin poziția indicatoarelor față de reperele cadranului. În funcție de formă, de materialul întrebuințat și de execuție se cunosc foarte multe variante de cadrane.

În trecut majoritatea cadranelor se executau din cupru, din argint sau emailate. Cadranele emailate prezintă dezavantajul că emailul este sensibil; datorită emailului, cadranul devine destul de gros.

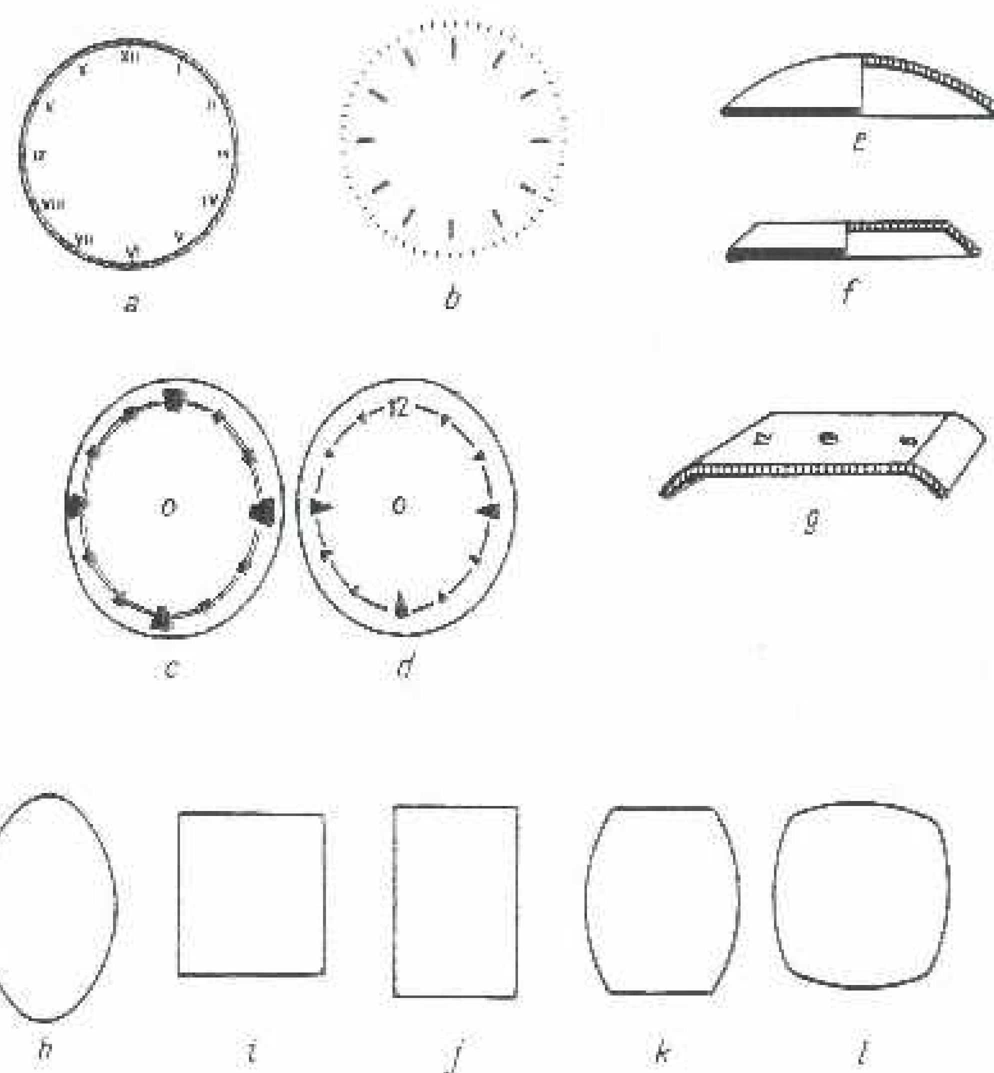


Fig. 81. Forme de cadrane:
a—d — cadrane circulare cu diferite scări gradate; *e—g* — secțiuni; *h—l* — diferite forme de cadrane.

Astăzi cadranele ceasornicelor de mînă și de buzunar se execută din metal, de obicei cupru fiind foarte subțire și acoperite galvanic. La cadranul de calitate superioară cifrele sau semnele sînt ambutisate în relief sau aplicate.

În figura 81 sînt reprezentate cîteva modele de cadrane de diferite forme.

De obicei cadranul este prevăzut pe partea inferioară cu două picioruşe care intră în două găuri din platina din faţă, fiind fixate cu ajutorul a două şuruburi laterale.

Pentru cadranele emailate a fost aplicată şi altă soluţie şi anume ele au fost prinse jur împrejur într-un inel subţire de alamă montat pe platină prin presare, fiind poziţionat de către un ştift. Cadranele ceasornicelor moderne sînt prevăzute deseori cu o ferestruică pentru indicarea datei şi eventual a zilei săptămînii: situată de obicei în dreptul cifrei 3.

Pentru a face posibilă citirea orei pe întuneric, se folosesc substanţe luminofore radioactive. O altă soluţie aplicată în acest scop, care a devenit posibilă recent prin fabricarea unor acumulatoare foarte mici, constă în iluminarea cadranului cu ajutorul unui beculeţ electric montat ascuns sub inelul geamului care se aprinde prin apăsarea pe un buton lateral, care închide contactul circuitului electric.

c. **Indicatoarele.** Ceasornicele de astăzi au de obicei trei indicatoare şi anume: orar, minutar şi secundar. Indicatoarele sînt executate din benzi metalice subţiri de oţel sau alamă şi au forme foarte variate.

Astăzi indicatoarele se caracterizează prin forme geometrice simple şi sînt obţinute prin ştanţare (fig. 82, *a*, *b*). În trecut ele au fost executate manual şi au fost mult mai complicate ca formă (fig. 82, *c*) (arătătoare Louis XV). În prezent se întîlnesc multe indicatoare cu ferestre mici de forma corelată cu forma exterioară a acestora (fig. 82, *d*). În această fereastră este fixată vopseaua prevăzută cu substanţe radioactive luminofore pentru a permite citirea orei pe întuneric.



Fig. 82. Forme de indicatoare.

Indicatoarele secundare (fig. 82, *c*) pot fi de două feluri: indicator secundar mic, utilizat la ceasornice prevăzute cu o împărţire separată mică pentru secunde şi indicator secundar mare folosit la ceasornice cu secundar central la care împărţirea orară şi a minutelor serveşte şi la citirea secundelor. Toate indicatoarele sînt montate pe axele, respectiv bucşele corespunzătoare, prin presare.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce elemente este compus mecanismul indicator?
2. Ce raport de transmisie se realizează?
3. Ce tipuri de cadrane cunoaşteţi? Dar indicatoare?

CAPITOLUL VIII

SCHELETUL MECANISMULUI DE CEASORNIC

Prin scheletul mecanismului de ceasornic se înţelege acea parte a ceasornicului care serveşte la susţinerea tuturor elementelor care compun mecanismul. Forma şi dimensiunile scheletului sînt determinate de:
— roţile, pinioanele, axele şi eşapamentul ceasornicului;
— aranjamentul acestor elemente;
— dimensiunile cadranului şi arătătoarelor;
— forma carcasei.

Scheletul ceasornicelor portabile se compune din: platină, poduri şi punţi în care sînt montate lagărele, puncte de articulaţii pentru pîrghii etc. La anumite ceasornice de calitate inferioară şi ieftine se întîlnesc şi bolţuri sau bucşe distanţiere.

Pentru executarea scheletului se folosesc următoarele materiale: alamă, alpaca, nichel, oţel, zinc şi aliaje ale metalelor uşoare. Toate aceste materiale înainte de utilizare se prezintă în stare laminată sau trasă şi puternic ecruisate. De asemenea, ele trebuie detensionate înainte de prelucrare, pentru a se evita eventualele deformări ulterioare ale scheletului.

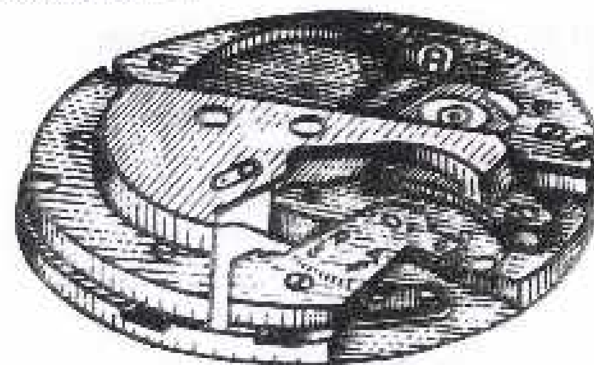


Fig. 83. Podurile ceasornicului.

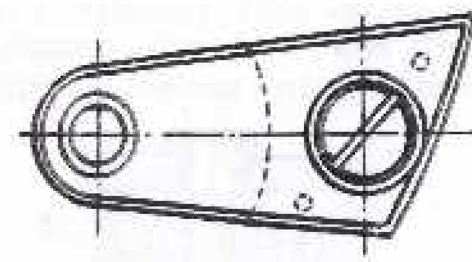


Fig. 84. Puntea balansierului.

Suprafaţa scheletului este şlefuită şi acoperită cu un strat subţire de aur, argint, nichel etc. în vederea protejării împotriva agenţiilor atmosferici şi, în acelaşi timp, a obţinerii unui aspect frumos. La ceasornicele de mînă scheletul este format dintr-o platină care este dispusă pe partea cadranului şi serveşte drept bază pentru toate celelalte poduri sau punţi ale scheletului (fig. 83). Podurile sînt fixate de platină prin şuruburi şi ştifturi pentru asigurarea poziţiei precise. Poziţia podurilor trebuie să fie foarte bine stabilită deoarece orice deplasare laterală produce o deplasare a lagărelor şi axele nu mai pot ocupa o poziţie corectă. În figura 84 se arată felul de fixare a punţii balansierului pe platină. Platina este prevăzută cu găuri filetate în care se înşurubează şuruburile cu cap cilindric. Capul cilindric intră în locaşul respectiv practicat în punte.

În funcţie de forma ceasornicului se deosebesc diferite forme de platine. Podurile de asemenea au foarte multe forme. După felul dispoziţiei şi formei punţilor se deosebesc multe soluţii constructive.

În figura 85, *a* este reprezentat un schelet sau calibru circular la care fiecare ax are un pod propriu. La scheletul sau calibrul revolver (fig. 85, *b*) podul casetei (mecanismul motor) are forma asemănătoare cu un revolver.

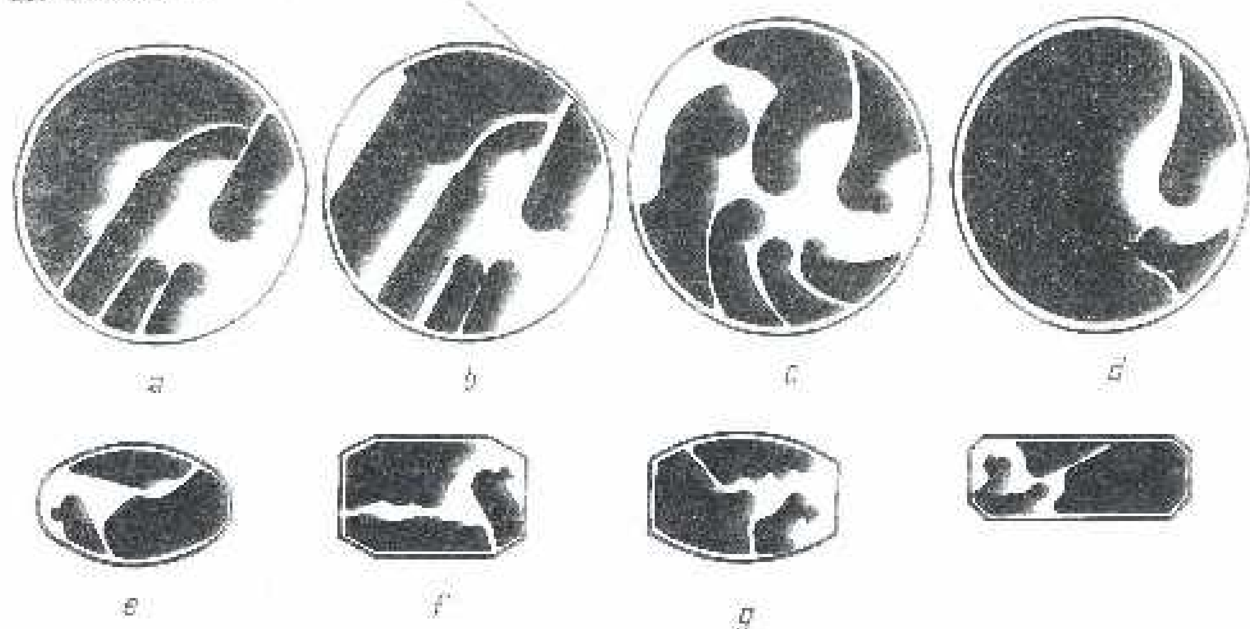


Fig. 85. Forme de poduri.

În figura 85, *c* aranjarea podurilor este aproximativ radială. În figura 85, *d* este reprezentată situaţia la care toate axele, exceptînd roata ancoră şi balansierul, sînt aşezate sub un singur pod care acoperă circa 3/4 din suprafaţa mecanismului.

Figurile 85, *e*, *f*, *g* şi *h* reprezintă dispoziţii de poduri folosite la mecanisme de ceasornice de formă deosebită de cea circulară.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este rolul platinei?
2. Din ce material se execută?
3. Cum se fixează podurile?

CAPITOLUL IX

CARCASA CEASORNICELOR

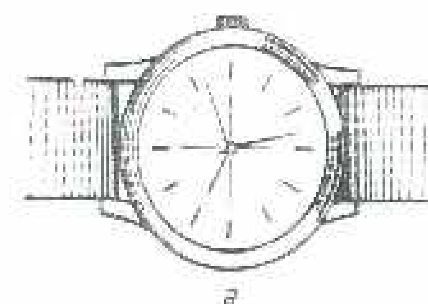
Mecanismul ceasornicelor trebuie montat într-o carcasă care să-l ferească de praf, umezeală etc. În acelaşi timp carcasa oferă posibilitatea obţinerii unor forme variate şi atractive de ceasornice determinate de modă şi de preferinţa cumpărătorilor.

În figura 86 este reprezentat un ceasornic de buzunar modern.

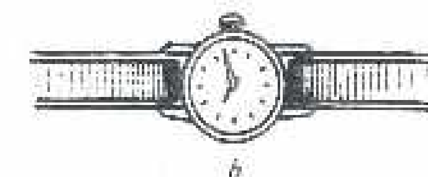
Mecanismul ceasornicelor de buzunar are de obicei diametrul cuprins între 37 şi 50 mm şi înălţimea între 4 şi 6 mm. Succesele dobîndite în construcţia ceasornicelor au permis executarea unor ceasornice de dimensiuni mai reduse, de exemplu ceasornicele de mînă, a căror funcţionare corectă nu poate fi influenţată în mod esenţial de mişcările braţului. De aceea ceasornicele de mînă înlocuiesc din ce în ce mai mult ceasornicele de buzunar.



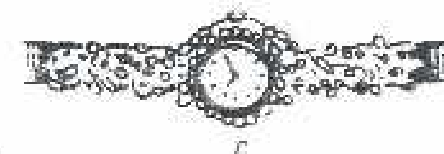
Fig. 86. Ceasornic de buzunar.



a



b



c

Fig. 87. Ceasornice de mînă.

Mecanismul unui ceasornic de mînă pentru bărbaţi este de obicei circular avînd un diametru de 30 mm, montat într-o carcasă circulară, pătrată, dreptunghiulară. De urechile carcasei este fixată o bandă metalică sau din piele care serveşte la fixarea ceasornicului pe braţ (fig. 87, *a*). Spre deosebire de ceasornicele de mînă pentru bărbaţi, cele pentru femei au un mecanism mai mic, cu diametrul uneori numai de 10—15 mm (fig. 87, b).

Ceasornicele de dimensiuni mici cunosc o serie întreagă de execuţii în care se combină ceasornicul cu obiecte de bijuterie. În figura 87, *c* este reprezentat un ceasornic pentru femei caracterizat printr-o carcasă executată din aur gravat şi cizelat, avînd o brăţară parţial sau complet acoperită cu ornamentaţii. În mod asemănător există ceasornice bogat ornamentate fixate de lănţişoare sau montate chiar într-un inel.

a. **Carcasa ceasornicelor de buzunar.** Carcasa ceasornicelor de buzunar (fig. 88) se compune din următoarele părţi principale: partea centrală *1* în care este fixat mecanismul, inelul mijlociu *2*, capacul din spate *3* completat uneori cu un capac special de protecţie împotriva prafului *4* şi inelul cu geamul din faţa cadranului *5*. În dreptul axului remontor este lipit etrierul constînd din capul *6* şi gîtul *7* şi bucşa *8*. Capul etrierului poartă veriga *9*. Capacele, precum şi inelul port geam, sînt fixate de obicei prin balama-parnier care permite o deschidere uşoară.

Ceasornicele de buzunar moderne se caracterizează printr-un geam cît se poate de mare şi o grosime cît mai mică a ceasornicului. Cifra 12 este în direcţia axului remontor. Acest gen de carcasă numit şi carcasa Lepin a fost cel mai întrebuinţat înainte de folosirea pe scară largă a ceasornicelor de mînă şi este utilizat şi astăzi atît pentru ceasornicele de buzunar cît şi pentru ceasornicele suspendate de lănţişoare şi broşe.

În funcţie de forma şi dimensiunile părţii centrale faţă de capac şi inelul port geam se deosebesc mai multe tipuri de carcase. În figura 89

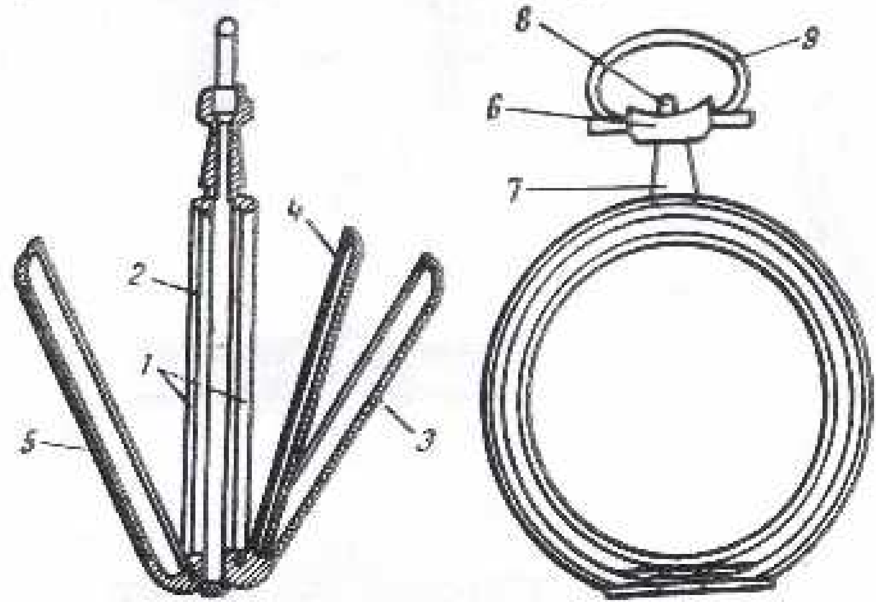


Fig. 88. Carcasa ceasornicului de buzunar.

sînt arătate doar cîteva din multitudinea de forme utilizate. Carcasele ceasornicelor de buzunar prevăzute în faţă cu un capac care acoperă geamul şi care se deschide prin apăsarea coroanei axului remontor se numesc carcase-Sawonette. La acestea cifra 12 a cadranului se află pe o direcţie perpendiculară pe direcţia axului remontor.

b. **Carcasa ceasornicelor de mînă.** Ca şi la ceasornicele de buzunar, din punctul de vedere al formei şi dimensiunilor se întîlneşte o varietate foarte mare de tipuri de carcase. Cel mai frecvent se întîlneşte forma circulară (fig. 90, *a*), şi forma dreptunghiulară (fig. 90, *b*).

De obicei carcasa ceasornicelor de mînă este compusă din trei părţi distincte (fig. 91, *a*): partea centrală *1*, inelul portgeam *2* şi capacul *3*. Acestea sînt asamblate prin presare. Mecanismul este fixat în partea centrală. În figura 91, *b* este dat alt tip de carcasă, alcătuită din numai două părţi: carcasa propriu-zisă *1* în care este fixat geamul şi capacul *2*.

La ceasornicele etanşe carcasa este rotundă şi formată din două părţi; capacul se înşurubează în carcasă între ele existînd o garnitură de etanşare.

Fiecare carcasă (fig. 92) este prevăzută în ambele părţi cu două coarne *1* în care se montează un ştift *2* de care sînt fixate cele două jumătăţi ale brăţării. La ceasornicele mai vechi acest ştift a fost fixat rigid de coarnele carcasei prin lipire. Astăzi aceste ştifturi sînt demontabile.

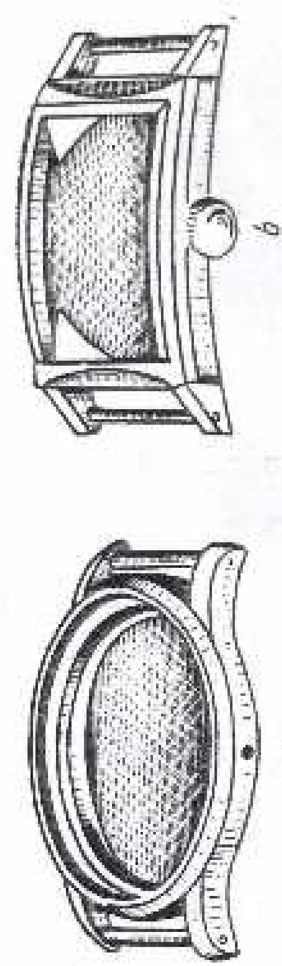


Fig. 90. Carcase pentru ceasornice de mînă.

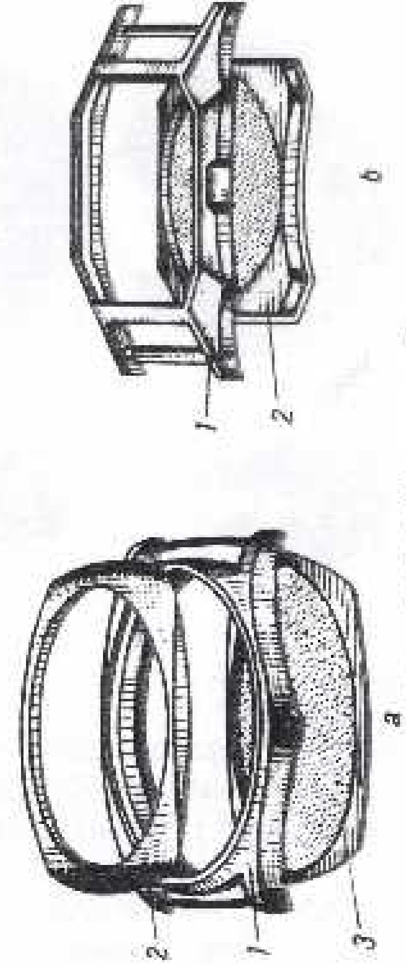


Fig. 91. Părţile carcasei.

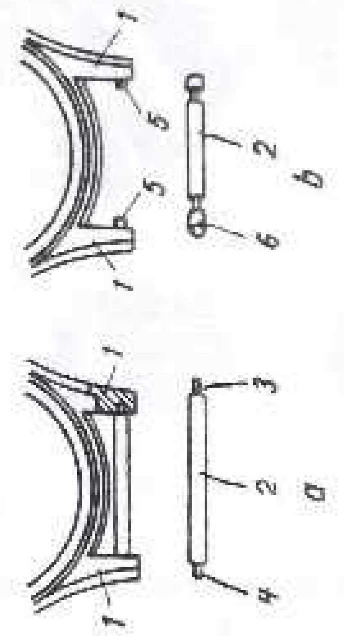


Fig. 92. Dispozitivul de fixare a curelei.

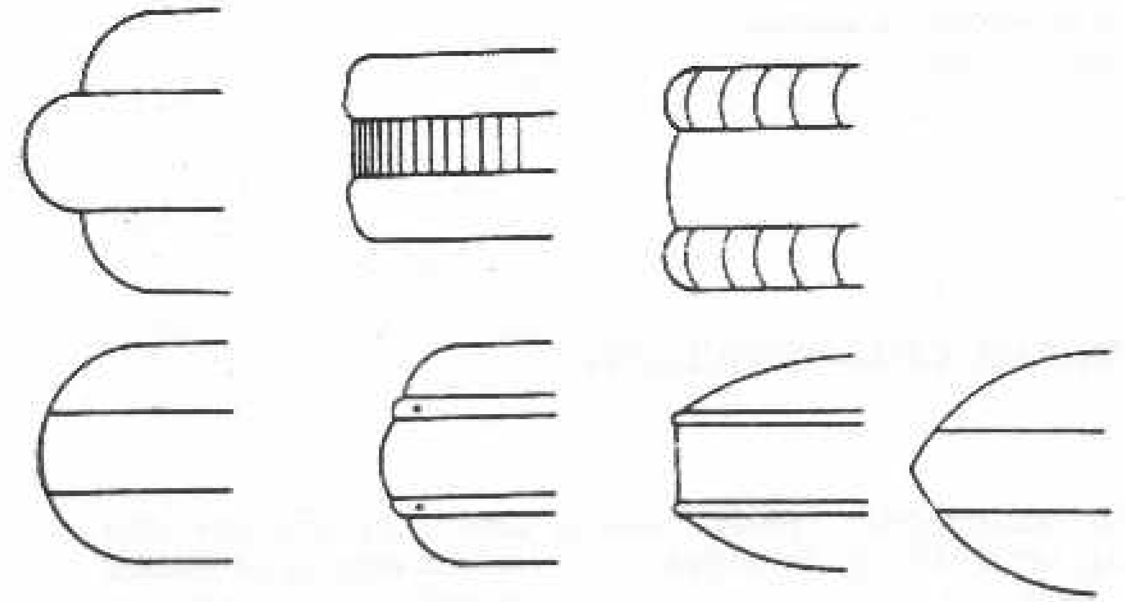


Fig. 89. Tipuri de carcase pentru ceasornice de buzunar.

Ştiftul este prevăzut cu două cepuri din care unul 3 formează corp comun cu ştiftul 2, iar celălalt 4 este mobil (în sensul axial), ştiftul 2 fiind găurit în această parte iar cepul sprijinindu-se pe un arculeţ introdus în această gaură. La montare şi demontare acest cep mobil este împins inspre interior şi astfel ştiftul se poate scoate din coarnele carcasei (fig. 92, a). Evident coarnele în acest caz sînt prevăzute cu o gaură.

Uneori se aplică şi o soluţie inversă adică în coarnele carcasei sînt montate două cepuri 5 iar ştiftul este prevăzut cu două bucşe, din care una 6 este mobilă (fig. 92, b).

Pentru executarea carcaselor se utilizează diferite aliaje cu bronz, alamă, alpaca şi anumite aliaje de turnat sub presiune. Aceste aliaje in contact cu atmosfera se oxidează şi deci trebuie acoperite pe cale galvanică cu nichel sau crom. Alte materiale cum ar fi aurul, argintul, materiale placate cu aur, oţeluri inoxidabile utilizate la executarea carcaselor ceasornicelor scumpe, prezintă avantajul că nu sînt oxidabile şi işi păstrează aspectul frumos timp îndelungat.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este rolul carcasei?
2. Din ce părţi se compune carcasa la ceasornicele de buzunar? Dar la cele de mînă?
3. Care sînt materialele utilizate pentru carcase?
4. Cîte sisteme de fixare a brăţării (curelei) se cunosc?

CAPITOLUL X

DEMONTAREA ŞI CURĂŢIREA CEASURILOR DE BUZUNAR ŞI DE MÎNĂ

1. Demontarea

a. **Deficienţe exterioare.** Încă înainte de a se trece la demontarea (deschiderea carcasei) se pot constata o serie de deficienţe care permit formarea unei imagini asupra lucrărilor de reparaţii necesare. Astfel se va verifica dacă axul remontor nu este blocat (înţepenit) în carcasă, dacă coroana nu are o bătaie radială prea mare sau dacă mecanismul cu clichet nu funcţionează corect.

În continuare se va trece coroana axului remontor pe poziţia de reglare a indicatoarelor. Cu această ocazie se poate observa dacă cuplarea

pe poziţia de reglare a indicatoarelor se face uşor, fără înţepeniri şi dacă se menţine această cuplare şi în timpul rotirii coroanei. De asemenea se va constata dacă cuplajul cu fricţiune asigură o frecare corespunzătoare, dacă indicatoarele se ating între ele sau ating geamul sau cadranul. În ipoteza că indicatorul minutar în timpul rotaţiei se distanţează într-o parte mai mult de cadran, apropiindu-se în partea opusă, se poate trage concluzia că ţeava (bucşa) minutară sau pinionul pătrar sînt aşezate înclinat.

La această verificare se va observa de asemenea dacă carcasa este închisă suficient de bine, dacă geamul este încă bun sau prezintă multe zgirieturi sau chiar crăpături şi dacă este fixat suficient de bine în rama lui şi dacă rama este bine fixată pe partea centrală a carcasei.

Acestea au fost doar unele indicaţii; observările pot fi mai detaliate şi depind şi de starea generală a ceasornicului care trebuie reparat.

b. **Demontarea.** În timpul demontării se va continua observarea atentă a tuturor pieselor în vederea depistării defectelor. În primul rînd se va deschide carcasa prin scoaterea capacului. Pentru această operaţie se va folosi un cuţit special (fig. 93) dacă ceasornicul respectiv este obişnuit sau o cheie specială în cazul ceasornicelor etanşe (antiacvatice) la care capacul este înşurubat. Folosirea acestor scule este obligatorie deoarece şurubelniţele sau alte scule improvizate produc inevitabil zgirierea carcasei sau capacului. Cuţitaşul se va introduce între capac şi carcasă în dreptul unei mici degajări practicate în acest scop în capac şi, prin răsucirea lui, capacul se va desprinde. Se verifică dacă: roata oscilatoare nu atinge marginea carcasei, capacul montat atinge cumva podul balansierului sau pitonul (butucul) arcului spiral sau şurubul acestuia nu apasă capacul pe cepul axei minutare provocînd frînarea acestuia.

La ceasornicele obişnuite adică la acelea la care carcasa este alcătuită din trei bucăţi se va îndepărta acum rama geamului în mod asemănător ca şi în cazul capacului din spate. Aici se verifică: montarea indicatoarelor, distanţa dintre indicatoare, respectiv între indicatoare şi cadran, dacă cadranul este fixat corect şi sigur, dacă bucşa arătătorului nu freacă de marginea găurii din cadran, dacă cadranul este montat centric sau este deplasat într-o parte, dacă nu s-au desprins particule de email. După aceste verificări se demontează indicatoarele folosindu-se pensete speciale pentru indicatoare. În continuare se slăbeşte şurubul care fixează axul remontor şi se scoate axul din mecanism. Apoi se scot şuruburile care fixează mecanismul în carcasă şi se scoate mecanismul din carcasă. Acum se observă dacă: există părţi rupte, compasul de reglare nu se deplasează prea uşor, roata oscilatoare are o bătaie radială sau axială inadmisibilă, plăcuţa de acoperire este fixată corect.


Fig. 93. Cuţit pentru deschiderea capacului.

Se scot şuruburile care fixează lateral piciorușele cadranului şi se îndepărtează cadranul. Acum se poate urmări îndeaproape funcţionarea mecanismului remontor. Se controlează apoi şi funcţionarea eşapamentului, dacă starea de curăţenie generală a ceasornicului permite acest lucru.

Se trece la slăbirea arcului motor. În acest scop coroana se va ține cu degetele miinii drepte, iar cu ajutorul unei pensete ținute în mîna stîngă se scoate clichetul din dinții roții casetei. Destinderea arcului se realizează prin rotirea lentă a coroanei în sens contrar armării, astfel încît arcul să nu se destindă instantaneu. Este recomandabil ca arcul să mai păstreze o anumită tensiune și în această stare se verifică jocurile — axial și radial — ale tuturor axelor. În continuare se va demonta podul balansierului slăbindu-se și șurubul lateral care ține butucul (pitonul) arcului spiral. Totodată se va scoate arcul spiral din cheia compasului de reglare.

Pentru a se evita deformarea arcului spiral, după demontarea podului balansierului se scoate axul balansierului, se demontează rola arcului spiral împreună cu arcul spiral și se pun în benzinieră pentru curățire. De asemenea se va demonta plăcuța de acoperire și se introduce tot în benzinieră.

Se demontează podul furcii-ancoră împreună cu axul ei și se introduce de asemenea în benzinieră.

Acum se poate executa un control preliminar al angrenajelor. În cazul în care se bănuiește că un angrenaj nu funcționează corect, după demontare, această pereche de roți se va verifica separat. De pe partea cadranului se demontează roata orară și roata schimbătoare. Se demontează podul sau podurile (în funcție de tipul ceasornicului) roților mecanismului de transmisie și se introduc și aceste roți în benzinieră. La scheletul din față se demontează plăcuța acoperitoare. Urmează demontarea roții casetei care este montată pe partea pătrată a axului motor și fixată printr-un șurub axial. La scoaterea acestui șurub se va proceda cu precauție, deoarece de multe ori șurubul este prevăzut cu filet sting, și la o forțare prea mare (neținîndu-se seamă de sensul de deșurubare) i se poate rupe capul.

La demontarea casetei se va apăsa, de exemplu, cu minerul de lemn al periei, capătul axului motor înspre capacul casetei care va ieși din canalul (degajarea) casetei. Urmează scoaterea capătului interior al arcului de pe gheara axului, permițîndu-se prin aceasta scoaterea axului motor precum și a arcului. Arcul se scoate din casetă în felul următor: se prinde spira interioară cu penseta și se scoate spiră după spiră impiedicînd săriarea instantanee a arcului din casetă. Se vor introduce toate piesele demontate în benzinieră cu excepția arcului motor, care se șterge doar cu o cîrpă îmbibată cu benzină.

La demontare, mecanismul va fi așezat (sprijinit) pe un suport de mărime potrivită. Printre cele mai bune suporturi pentru mecanisme de diferite calibre, trebuie considerată garnitura de inele de lemn formată din 6—9 bucăți (fig. 94).

Platina și podurile ceasornicelor fiind acoperite pe cale galvanică cu aur, argint, nichel etc. vor fi atinse cu grijă cu penseta pentru a nu le provoca zgîrieturi. Se va evita atingerea lor cu mîna deoarece astfel ar putea să apară pete care dăunează aspectului.

Șuruburile fiind diferite ca formă, dimensiuni, filet și lungime, pentru a se evita încurcarea lor în timpul asamblării, se recomandă așezarea lor într-o anumită ordine, sau chiar pe un suport placă cu diferite găuri.

La deșurubarea și înșurubarea șuruburilor, partea de lucru a șurubelniței trebuie să fie în stare bună, lățimea ei trebuie să fie egală, sau puțin mai mică decît diametrul capului șurubului. Pentru a se deșuruba diferite șuruburi este necesar ca ceasornicarul să dispună de 6—8 șurubelnițe cu lame de diferite grosimi și lățimi. Poziția corectă a șurubelniței în timpul lucrului este arătată în figura 95.



Fig. 94. Garnitură de suporturi inelare.

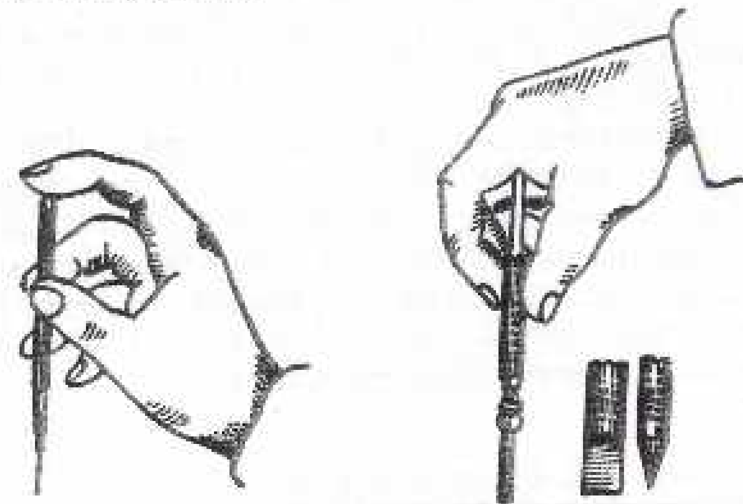


Fig. 95. Lucrul cu șurubelnița.

Podurile și punțile de pe platină se scot cu ajutorul unei pensete sau al unei șurubelnițe introdusă în teșitura lunguiață sau pătrată care se află în partea de jos a podului, lateral sau în spate. Este suficientă o singură apăsare în jos prudentă cu penseta sau șurubelnița pentru a slăbi știfturile punții și a le scoate din găurile platinei. Cele arătate sînt valabile atît pentru ceasornice cu eșapament ancoră cît și pentru cele cu eșapament cilindru. Ultima operație de demontare constă în demontarea roții eșapamentului.

2. Curățirea ceasornicelor

Toate piesele ceasornicului (cu excepția arcului motor) se introduc în benzinieră, cele grele jos, cele ușoare sus. Arcul spiral, roata oscilatoare și furca se recomandă a fi curățite fie într-un vas separat, fie înainte de curățirea celorlalte piese, pentru a nu fi deteriorate de piese mai grele și pentru a avea un mediu de curățire cît mai curat. Totodată se recomandă ca vasul respectiv să fie acoperit cu un capac sau clopot de sticlă. Ca mediu de curățire se folosește benzina curată, tricloretilena sau toluolul.

De obicei cufundarea pieselor în benzină nu este suficientă pentru curățirea și dizolvarea completă a uleiului uscat. Din această cauză se recomandă ca curățirea să fie însoțită de o periere cu o perie cu păr moale sau cu o pensulă.

După curățire, piesele se vor așeza pe o cîrpă sau hîrtie fără firicele (scame) pentru ca substanțele volatile să se evapore, iar după aceasta se pun pe suprafața curată a mesei de lucru. Cu bețișoare de lemn de esență tare (Putzholz) se vor curăți pinioanele, lagărele, adîncirile pentru ulei, precum și găurile din pietre. Cepurile fusurilor precum și suprafețele

active ale paletelor se vor curăţi cu măduvă de soc care se va scurta în permanenţă prin tăierea porţiunii murdare. Părţile lustruite prin frecare cu măduvă de soc sau piele fină devin din nou lucioase.

Dacă trebuie să se prindă o piesă cu mîna, aceasta se face totdeauna cu hîrtie de mătase pentru a se evita contactul direct al degetelor cu piesa.

Periile întrebuinţate la curăţire trebuie să fie din cînd în cînd spălate în apă cu săpun sau benzină. După spălarea lor în apă cu săpun, ele vor fi clătite în apă curată sau spirt. Pentru uscare periile vor fi astfel suspendate ca părul să fie îndreptat în jos. După aceasta periile trebuie curăţite cu praf de cretă pentru a se îndepărta orice urmă de unsoare. Deoarece creta formează o pastă de şlefuit care poate distruge acoperirile pieselor (în special aurirea), praful de cretă care rămîne în păr trebuie neapărat îndepărtat prin perierea unei bucăţi de hîrtie pusă pe muchia mesei. Dacă curăţirea periei se face în benzină, ea se va curăţi definitiv prin perierea pe un os.

Deoarece la spălarea în benzină mai rămîne un strat foarte subţire de grăsimi pe piesă, se recomandă o clătire în toluol. O soluţie de apă (5 părţi) cu hidroxid de amoniu (2 părţi) şi acid gras (3 părţi) în stare încălzită însă fără a fierbe, are un efect de dizolvare a grăsimilor mult mai bun. De aceea se recomandă ca piesele foarte murdare să fie curăţite cu această soluţie. În acest scop piesele vor fi înşirate pe un fir sau pe o sîrmă subţire şi se menţin timp de 10—20 min în această soluţie. După scoatere se clătesc în apă curată, care la rîndul ei se îndepărtează prin spălarea în spirt. Pentru uscarea pieselor se recomandă mai puţin folosirea rumeguşului, ci mai mult uscarea cu aer cald.

În nici un caz nu se admite curăţirea părţilor acoperite cu lac în **soluţii de săpun. Pentru acestea materialul cel mai bun de curăţire este** benzina.

Arcurile spirale foarte murdare (cu ulei uscat) se vor fierbe într-un vas mic cu o soluţie de săpun. Dacă totuşi se păstrează efectul de lipire al spirelor, ele se vor cufunda în eter.

Arcul motor, după ce a fost şters cu cîrpă cu benzină, se va unge tot cu cîrpa cu ulei sau vaselină.

În ultimul timp pentru curăţirea ceasornicelor portabile se folosesc tot mai mult maşini de curăţat. În aceste maşini piesele sînt aşezate în nişte coşuleţe speciale, separat piesele mai sensibile şi mai uşoare faţă de cele mai mari şi mai grele. Aceste coşuri de obicei din sită, sînt cufundate în soluţii de spălare unde se rotesc, iar soluţia este agitată prin ultrasunete pentru a se mări efectul de curăţire. În cazul aparatelor cu ultrasunete soluţia de curăţire este de obicei tricloretilenă. După operaţia de curăţire, coşul este scos din mediul de spălare şi, prin rotire datorită forţei centrifuge, urmele de soluţii sînt îndepărtate. Urmează o scufundare în mediul de clătire (toluol sau eventual un alcool) care este menţinut în permanenţă în stare curată prin distilare. Ultima operaţie este cea de uscare cu aer cald. Avantajul deosebit al acestor maşini constă în faptul că elimină munca de curăţire cu aşchiile de lemn iar piesele pot fi asamblate aşa cum se scot din maşină.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt verificările care se fac înainte de trecerea la demontare?
2. Ce verificări se fac în timpul demontării?
3. Care este ordinea de demontare?
4. Ce scule se folosesc la demontare?
5. În ce soluţii se face curăţirea?
6. Cum se curăţă diferite piese ale ceasornicului?
7. Care este principiul maşinilor de curăţat?

CAPITOLUL XI

REPARAREA MECANISMULUI REMONTOR

Mecanismul remontor este supus la solicitări destul de însemnate. Aceasta este explicaţia că toate elementele dinţate (roţi şi pinioane) se execută din oţel, ca de altfel şi axul remontor.

Defectele mai frecvente la acest mecanism sînt: lipsa coroanei, a coroanei şi axului remontor, axul remontor rupt, roţi dinţate rupte, pîrghii şi arcuri rupte. În aproape toate aceste cazuri ceasornicul se va demonta complet şi cu această ocazie se va face şi curăţirea. În unele cazuri se poate executa reparaţia şi prin demontare parţială.

a. **Coroana axului remontor.** Coroana axului remontor trebuie să aibă un anumit diametru corelat cu grosimea carcasei. Astfel, o coroană prea mică face armarea foarte anevoioasă sau uneori armarea nu poate fi făcută complet. Dimpotrivă, la o coroană prea mare armarea se face uşor, în schimb această coroană jenează pe purtătorul ceasului, prezentînd în

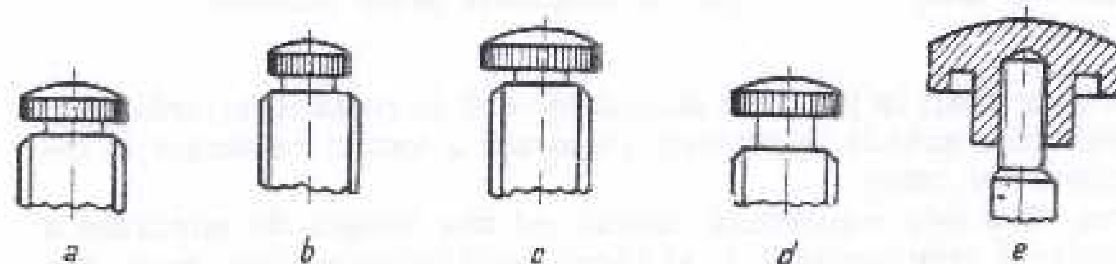


Fig. 96. Coroane ale axului remontor.

acelaşi timp şi inconvenientul că se poate agăţa de diferite obiecte şi se poate produce astfel smulgerea axului remontor sau îndoirea lui.

În figura 96 sînt date cîteva situaţii corecte şi incorecte. Astfel, în figura 96, *a* este reprezentată o coroană avînd un diametru corespunzător; coroana din figura 96, *b* are diametrul prea mic, iar cea din figura 96, *c*

prea mare. O atenție trebuie acordată și distanței dintre coroană și carcasă. În figura 96, *d* este reprezentată o coroană care se află la o distanță prea mare.

La ceasornicele de mînă trecerea pe poziția de reglare a indicatoarelor se face prin tragerea în afară a coroanei. Din această cauză coroana ceasornicelor de mînă se poate fixa pe axul remontor numai prin înșurubare. Sensul de înșurubare trebuie astfel ales încît, la armarea arcului, rotirea coroanei să se facă în sensul înșurubării. Astfel nu apare pericolul deșurubării coroanei. Acest pericol apare numai la reglarea indicatoarelor într-un anumit sens; dacă frecarea cuplajului elastic este mare, deșurubarea devine posibilă mai ales dacă și coroana nu este înșurubată pînă la umărul axului remontor (fig. 96, *e*).

La ceasornicele de buzunar, la care trecerea pe poziția de reglare a indicatoarelor nu se face prin tragerea coroanei, există coroane montate prin presare pe o parte pătrată a axului remontor. Coroana trebuie să fie ripsată pe suprafața cilindrică pentru a asigura o prindere mai sigură cu degetele.

b. **Axul remontor.** Cu toate că funcțiile pe care le îndeplinește acest ax par a fi simple, cea mai mică defectare a acestuia va avea efecte negative asupra armării ceasornicului. Cauza principală care duce la uzura pinionului remontor, a pinionului alunecător și la funcționarea defectuoasă a întregului mecanism remontor trebuie căutată în execuția greșită, lipsită de precizie, a acului.

În figura 97 se observă că roata de transmisie *1* ocupă o poziție greșită datorită unui umăr *2* al axului remontor *3* prea mic. Ca urmare a

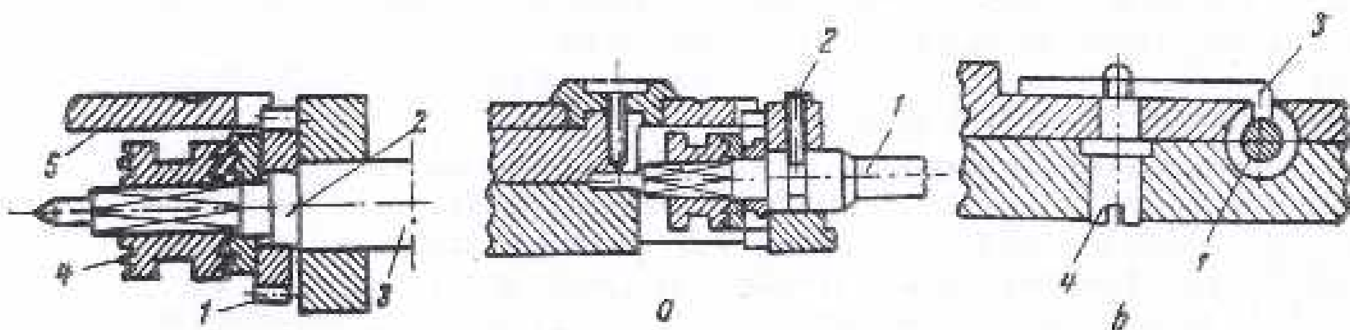


Fig. 97. Defecte la mecanismul remontor.

Fig. 98. Asigurarea axului remontor.

acestui fapt apar uzuri la pinionul alunecător *4* și la roata intermediară *5*; soluția trebuie să cuprindă înlocuirea neapărată a axului remontor și înlocuirea elementelor uzate.

În figura 98, *a* este reprezentat modul cel mai simplu de asigurare a axului remontor *1* prin șurubul *2*, al cărui capăt intră într-un canal din ax. Acest canal va avea o lățime corelată cu diametrul șurubului. Cînd șurubul este înșurubat pînă la refuz, vîrful lui nu are voie să atingă fundul canalului deoarece al bloca rotirea axului, dar trebuie să pătrundă totuși suficient de adînc în canal, deoarece altfel se poate pierde axul împreună cu coroana.

Majoritatea ceasornicelor moderne nu mai folosesc aceste sisteme de asigurare, ci sînt echipate cu o pîrghie de comutare pe poziția de reglare

a indicatoarelor, care asigură printr-un cioc *3* axul remontor (fig. 98, *b*). În pîrghie este înșurubat șurubul *4* cu umăr care trece prin platină și puntea casetei, iar ciocul *3* intră în canalul din axul remontor. Șurubul *4* trebuie să nu atragă pîrghia pe platină deoarece ar fi împiedicată rotirea liberă a pîrghiei. Această soluție este bună însă prezintă dezavantajul că șurubul *4* are un cap mic cu o crestătură foarte îngustă și deci nu rezistă la suprasolicitări.

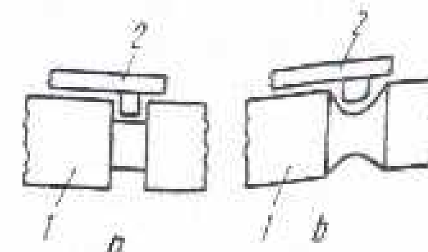


Fig. 99. Canale în axul remontor.

În figura 99, *a* este reprezentată forma corectă a canalului din axul remontor *1* și a ciocului pîrghiei *2*, iar în figura 99, *b*, forma incorectă a acestor elemente.

În vederea înlocuirii unui ax remontor, trebuie mai întîi stabilite dimensiunile. Dacă acest ax este rupt se va măsura fiecare cotă în parte cu precizie cît mai mare. În cazul în care acest ax este pierdut fiecare porțiune trebuie ajustată pentru piesele ce se montează pe acest ax res-

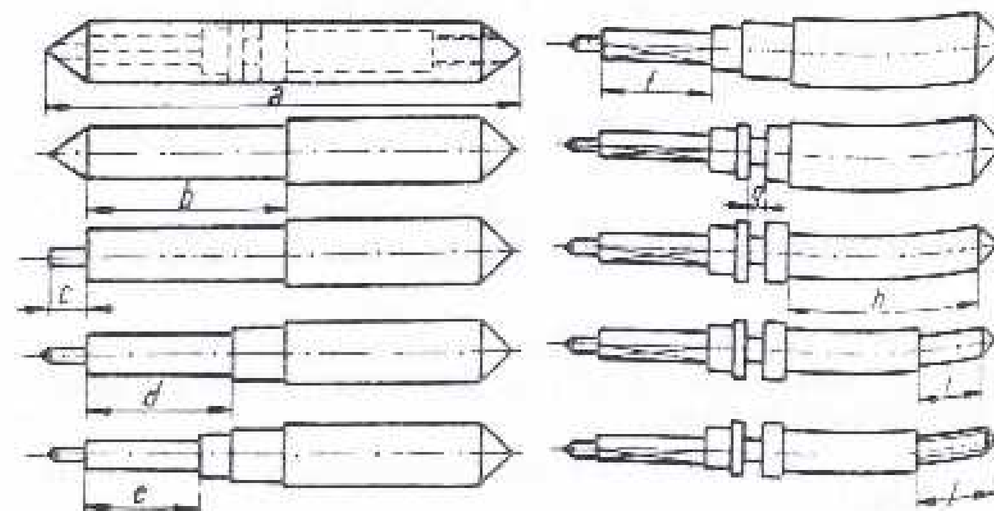


Fig. 100. Confecționarea axului remontor.

pectîndu-se ordinea de operații indicată în figura 100. Fazele de lucru sînt următoarele:

a) strunjirea semifabricatului;
b) strunjirea părții care va intra în interiorul carcasei;
c) strunjirea cepului scurt;
d) strunjirea umărului pentru pinionul remontor;
e) strunjirea treptei pentru pinionul alunecător;
f) pilirea sau frezarea părții pătrate;
g) strunjirea canalului pentru asigurarea axului;
h) strunjirea jumătății exterioare;
i) strunjirea părții din ax unde se va executa filetul;
j) filetarea părții pentru coroană.

Drept material se recomandă a se folosi oţelul carbon pentru scule (OSC 7).

Dacă dimensiunile axului remontor nu sînt cunoscute cu precizie, se recomandă ca filetarea să fie făcută înainte de strunjirea canalului. Capătul axului din partea filetată se va teşi pentru ca coroana să se înşurubeze pînă la capăt şi să fixeze (strîngă) bine. La ceasornicele de mînă în carcasă este o bucşă de protecţie care împiedică pătrunderea prafului în mecanism. În figura 101 este reprezentat un ax remontor cu coroana şi bucşa de protecţie.

c. **Roţile şi pinioanele mecanismului remontor.** Deşi roţile mecanismului remontor nu reprezintă elemente care să influenţeze direct asupra funcţionării ansamblului format de mecanismul motor, mecanismul de transmisie, eşapament, mecanismul regulator şi mecanismul indicatoarelor, totuşi importanţa lor în ceasornic este mare. La mecanismul remontor numărul de elemente dinţate variază între 4 şi 8, depinzînd de soluţia constructivă şi de calibrul ceasornicului.

1) *Pinionul sau roata de transmisie* (fig. 102). Acest pinion *1* angrenează cu roata intermediară *2*. Datorită uzurii, angrenarea între aceste piese se înrăutăţeşte şi chiar pot „scăpa" dinţi în timpul armării. Cauza trebuie căutată fie la uzura dinţilor în angrenare, fie la uzura axului pe care se rotesc. Remedierea acestei deficienţe se poate realiza prin înlocuirea plăcuţei (rondelei) *3* astfel încît roata de transmisie să se apropie de roata intermediară.

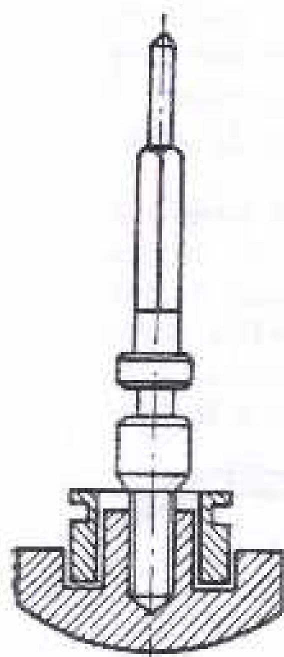


Fig. 101. Axul remontor cu coroană şi bucşă de protecţie.

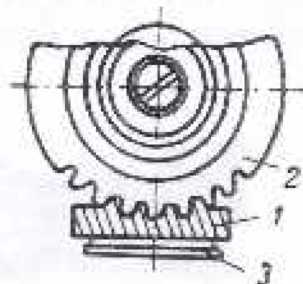


Fig. 102. Roata de transmisie a mecanismului remontor.

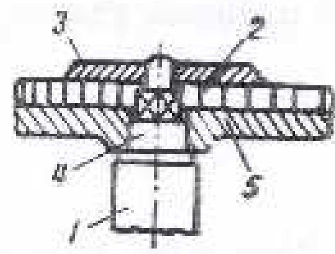


Fig. 103. Roata casetei.

2) *Pinionul alunecător 4* (v. fig. 97) este supus la solicitări destul de importante în special în timpul armării. Acest pinion alunecă liber pe partea pătrată a axului remontor. Alunecarea trebuie să se facă uşor, însă fără joc exagerat, atît în timpul schimbării coroanei de pe poziţia de ar-

mare pe cea de reglat indicatoarele, cît şi la armare în timpul cînd coroana se roteşte în gol.

Dinţii oblici ai acestui pinion nu pot fi reparaţi dacă prezintă o uzură prea mare, însă de multe ori pinionul uzat mai poate fi folosit dacă se înlocuieşte vechiul ax remontor (pe care pinionul are un joc prea mare) cu unul nou la care jocul pe partea pătrată să fie minim.

3) *Roata intermediară 2* (v. fig. 102) se roteşte pe o bucşă specială de oţel sau pe un prag frezat al punţii. Ea trebuie să se rotească absolut liber, cu un joc minim. De multe ori la această roată se rupe unul sau chiar mai mulţi dinţi. Dacă nu există o piesă de schimb se înlocuiesc dinţii rupţi prin procedeele cunoscute.

4) *Roata casetei* (fig. 103). Roata casetei *2* este montată pe pragul pătrat al axului motor *1*. Fixarea roţii se realizează fie printr-un şurub care intră în gaura filetată practicată în capătul axului, fie printr-o plăcuţă *3* care se înşurubează pe filetul exterior al axului. Dacă pragul este înalt în raport cu grosimea roţii, roata va prezenta o bătaie frontală. Mişcarea nu se mai face într-un plan paralel cu puntea (podul) casetei, existînd chiar pericolul ca angrenarea cu rola de transmisie să nu fie permanentă (dinţii unei roţi alunecînd pe o anumită zonă dedesubt sau deasupra celei de la roata conjugată). Această bătaie frontală se poate observa şi prin urmele lăsate pe pod de dinţii roţii. Pentru eliminarea acestei deficienţe trebuie asigurată o poziţie corectă a roţii casetei pe axul motor. Cepul axului motor *4* trebuie să fie atît de lung încît să străbată întreaga grosime a punţii *5*, deoarece în caz contrar, la strîngerea şurubului sau a plăcuţei *3*, roata casetei va fi strînsă pe punte, ceea ce va face imposibilă rotirea ei şi, deci, armarea arcului nu se poate realiza.

În privinţa reparării danturii acestei roţi rămîn valabile procedeele cunoscute.

5) *Roata de reglare a indicatoarelor*, în general, nu prezintă necesitatea unor reparaţii deoarece ea transmite momente mici, determinate de valoarea frecării din cuplajul de legătură dintre mecanismul de transmisie şi mecanismul indicator.

6) *Pîrghia comutatoare şi arcul pîrghiei* au un rol important în funcţionarea corectă a mecanismului remontor. Dacă aceste elemente nu asigură o angrenare pe toată înălţimea dinţilor, la angrenajele cu dantură frontală apare o uzură prematură a acestei danturi atît la pinionul alunecător cît şi la roata de transmisie sau la roata de reglare a indicatoarelor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt defectele mai frecvente ale mecanismului remontor?
2. De ce trebuie ţinut seamă la înlocuirea coroanei?
3. Cum se execută un ax remontor?
4. Ce defecte apar la roata de transmisie, pinionul alunecător şi intermediară?
5. Cum se înlătură aceste defecte?
6. Care sînt neajunsurile mai frecvente la roata casetei şi cum se remediază aceste defecte?

CAPITOLUL XII

REPARAREA MECANISMULUI MOTOR

Momentul motor dezvoltat de arc este relativ mic. Dacă din valoarea acestui moment se mai pierde prin înțepenirea arcului în casetă sau așezarea incorectă (cu joc prea mare sau prea mic) a casetei pe axul motor, ceasornicul nu va funcționa în condiții optime și precizia lui de funcționare va fi mică. Iată de ce este necesar ca la repararea ceasornicului să se acorde atenția cuvenită mecanismului motor.

a. **Arcul motor.** Capătul interior al arcului este fixat la toate ceasornicele în același fel. Axul motor prezintă o gheară (frezată sau obținută prin înșurubarea unui știft) de care se prinde capătul interior al arcului prevăzut cu un orificiu dreptunghiular. Acest orificiu poate fi pilit, ștanțat sau perforat cu un clește special în zona decălită a arcului. Această zonă trebuie să fie suficient de lungă, iar trecerea de la zona decălită la cea călită să se facă treptat.

La ceasornicele de mînă și de buzunar capătul exterior al arcului are una din formele arătate în figura 7, *c*, *e* sau *f*. Prin utilizarea acestor forme de capăt de arc se asigură o desfășurare mai concentrică a arcului în casetă.


Fig. 104. Formarea capătului exterior al arcului.

În figura 104 este reprezentat procesul tehnologic de executare a dispozitivului de fixare. Capătul arcului încălzit la flacăra unei lămpi cu spirt se indoaie în formă de ochi. Se continuă încălzirea pînă la roșu și se turtește ochiul cu un cleşte, introducîndu-se în prealabil între arc și capătul îndoit o altă bucată de arc. Se îndepărtează prin tăiere cu ferăstrăul sau prin pilire restul din capătul îndoit astfel încît să rămînă o porțiune foarte scurtă de maximum 1 mm. Din restul capătului tăiat sau dintr-o altă bucată tăiată anterior se execută o porțiune de o lungime, 1/3 din diametrul casetei și se ajustează la capete pentru a intra sub partea îndoită.

În majoritatea cazurilor arcul se rupe la partea interioară deoarece acolo raza de curbură este mai mică. Dacă s-a rupt o porțiune foarte scurtă, arcul vechi poate fi folosit din nou cu condiția ca capătul să fie executat în conformitate cu cele arătate mai sus. Dacă arcul trebuie înlocuit și se dispune de arcuri de rezervă pentru marca și calibrul respectiv, problema se poate rezolva foarte simplu.

În ipoteza că nu se cunosc dimensiunile arcului, acestea vor trebui determinate folosindu-se relațiile indicate la capitolul III, 2 „Legile casetei". În orice caz lățimea arcului trebuie să fie cu 0,1 mm mai mică decît distanța dintre fundul casetei și capac. Grosimea arcului se stabilește în funcție de diametrul casetei, conform relațiilor (7), iar lungimea arcului

conform relației (14). În afara acestor relații mai există relații empirice pentru calculul rapid:

— pentru ceasornice rotunde:

$$s = \frac{D}{200} - (0{,}01 \ldots 0{,}02) \qquad (20)$$

D fiind diametrul calibrului;

— pentru ceasornice deșteptătoare dreptunghiulare:

$$s = \frac{D}{200} + (0{,}02 \ldots 0{,}03) \qquad (21)$$

D fiind diagonala calibrului.

La montarea arcului în casetă se recomandă ca acesta să nu fie atinsă cu mîna, ci montarea să se facă prin înfășurarea arcului cu un dispozitiv simplu într-un tambur care să aibă diametrul exterior cu ceva mai redus decît diametrul interior al casetei iar miezul să nu fie mai mic decît diametrul axului motor. După înfășurare în tambur, acesta se introduce în casetă și arcul se împinge cu o tijă în casetă în timp ce tamburul se scoate. Înainte de montare arcul se va unge cu ulei nr. 4 sau vaselină.

b. **Caseta.** La casetă se vor întîlni următoarele defecte mai frecvente: dinții rupți, gheara ruptă, gaura centrală uzată. Ruperea dinților se produce de obicei la ruperea arcului. Înlocuirea dinților rupți se execută cu procedeele arătate în volumul pentru anii I și II. Gaura puțin uzată se stringe cu un poanson, eventual din ambele părți și apoi se poate face rodarea găurii pe o tijă netedă conică de oțel. Dacă gaura prezintă o uzură pronunțată, caseta se va repara prin montarea unei bucșe. În acest caz trebuie să se controleze bătaia casetei după bucșare.

Gheara casetei care nu mai poate fi utilizată nu merită a fi reparată, ea va fi eliminată și înlocuită cu o gheară nouă. Noua gheară se va înșuruba în peretele casetei. Bineînțeles că gheara trebuie să prezinte forma corectă. O altă soluție constă în executarea ghearei direct în peretele casetei folosindu-se un cleşte special (fig. 105). Cu ajutorul șurubului *1* se reglează înălțimea ghearei, iar cu poansonul *2* se presează gheara în ma-

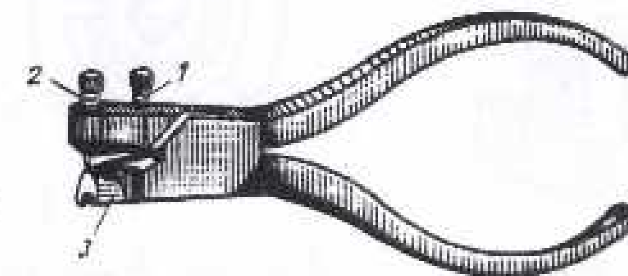


Fig. 105. Cleşte pentru presarea ghearei în casetă.

trița *3*. Se recomandă ca înainte de a se executa gheara în casetă să se verifice înălțimea reglată prin executarea ghearei într-o bucată de alamă.

c. **Capacul casetei.** Un capac care nu stă fix în casetă se ciocănește puțin la margine pe o nicovală pentru întinderea materialului, se fixează pe un dorn și se strunjește pînă cînd intră corect și strîns în degajarea din casetă. Gaura centrală largă se remediază în același mod ca și la casetă.

d. **Axul motor.** Defecțiunea specifică este o gheară uzată. La înlocuire se va fixa un știft de oțel în axul motor prin presare sau înșurubare, iar după aceasta prin pilire se dă forma necesară ghearei.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se execută înlocuirea arcului motor?
2. Cum se determină dimensiunile arcului?
3. Ce operații de reparare se întîlnesc la casetă, capacul casetei și axul motor?

CAPITOLUL XIII

REPARAREA MECANISMULUI DE TRANSMISIE

Repararea fusurilor, înlocuirea cepurilor rupte și repararea lagărelor metalice, care au fost tratate în volumul I pentru anii I și II la capitolul Repararea ceasornicelor pendul, au perfectă aplicabilitate și la ceasornicele portabile, singura deosebire constînd în dimensiunile mult mai reduse. În cadrul acestui capitol nu se revine asupra lor, ci se insistă mai mult asupra problemelor specifice ale ceasornicelor de buzunar și de mînă.

1. Lagărul cu piatră

La pietrele montate prin bordurare, piatra este fixată datorită unui strat (margini) subțire răsfrînt (bordurat) peste piatră. Sistemul elvețian se caracterizează prin bordurarea din exterior, adică piatra este sprijinită din partea interioară (partea fusului). În acest fel piatra privită din exterior apare foarte aspectuoasă și mare. În figura 106, *a* jumătatea din dreapta prezintă situația după bordurare, iar cea din stînga situația înainte de bordurare. Dezavantajul acestui sistem constă în aceea că la înlocuirea unei pietre sparte cu una nouă care diferă eventual ca grosime de prima se va produce inevitabil o modificare a jocului axial. Astfel, de exemplu, dacă noua piatră este mai groasă decît cea înlocuită, jocul axial se reduce sau se anulează în întregime.

În vederea eliminării acestui dezavantaj la sistemul Glasshütte (fig. 106, *b*) piatra este sprijinită din partea exterioară, iar bordurarea se face din partea interioară, adică tocmai invers decît la sistemul elvețian. Chiar dacă acest sistem este mai puțin aspectuos — piatra strălucește mai puțin, oferă însă avantajul că la înlocuirea pietrei, jocul axial nu se

schimbă chiar dacă noua piatră diferă ca grosime de cea înlocuită. Pentru a putea varia jocul axial al fusului s-a născut ideea montării pietrei într-o bucșă (șaton) care se presează în gaura din podul roții respective (fig. 106, *c*). În șaton piatra poate fi montată prin unul din cele trei sisteme de bordurare sau chiar presată. La fixarea pietrei în șaton, nu se utilizează sistemul Glasshütte, fiind preferat sistemul elvețian.

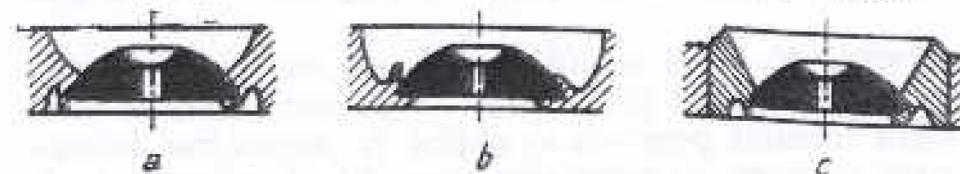


Fig. 106. Lagăre cu pietre.

O aplicare largă la montarea pietrelor în șaton o are sistemul englez. Acest sistem este asemănător cu cel elvețian, cu deosebirea că degajarea practicată în scopul obținerii marginii pentru bordurare se îndepărtează după bordurare prin strunjire. Aceasta înseamnă că suprafața interioară a bucșei este în dreptul suprafeței pietrei. Prin aceasta se creează impresia că ar fi o piatră montată prin presare și nu prin bordurare.

Pietrele montate prin presare permit o reglare ușoară a jocului axial. Ele se montează fie direct fie în șaton care se fixează fie prin presare, fie cu șuruburi.

În figura 107 se arată fazele de execuție a unei bucșe (șaton) pentru lagăre tip elvețian. Prima operație (fig. 107, *a*) constă în realizarea unei găuri cu burghiul avînd un diametru cu 0,2—0,3 mm mai mic decît diametrul pietrei.

Cu un teșitor plat (fig. 107, *b*) se teșește locașul propriu-zis pentru piatră. Diametrul obținut trebuie să fie cu ceva mai mare decît diametrul pietrei. Inițial ca trebuie să aibă un joc mic în acest locaș (în nici un caz nu are voie să fie presată) deoarece prin bordurarea ulterioară acest diametrul se va micșora. Această operație mai poate fi făcută și cu ajutorul unui cuțit.

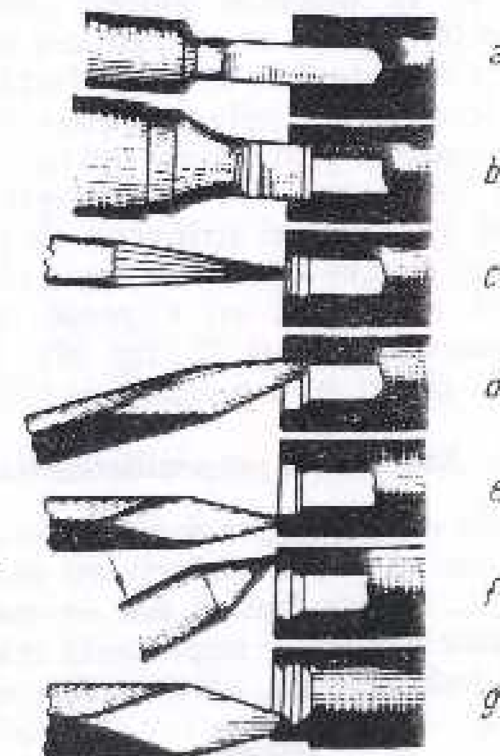


Fig. 107. Executarea locașului pentru piatră.

În figura 107, *c* este indicat modul cum se controlează locașul, folosindu-se lemn (Putzholz).

Pentru pietre nebombate, locașul poate fi considerat terminat. În schimb pentru pietre bombate este necesară executarea teșirii prin strunjire (fig. 107, *d*).

Urmează apoi executarea unei impunsături cu cuțitul ascuțit în vederea formării peretelui de răsfrîngere (bordurare) (fig. 107, *e*). Adîncimea de pătrundere a cuțitului trebuie să fie puțin mai mică decît cea a loca-

șului pietrei. Peretele de bordurare astfel format, numit și guler, trebuie să nu fie prea subțire deoarece la bordurare se poate rupe, dar nici prea gros deoarece se îngreuiază bordurarea.

După terminarea peretelui de bordurare, se introduce din nou în locaș piatra fixată pe vîrful bețișorului, în care în prealabil s-a depus o picătură de ulei pentru a se evita căderea pietrei după scoaterea bețișorului ascuțit.

Bordurarea se execută cu o tijă conică de oțel, sau mai bine de alamă sau alpaca, cu vîrful ușor rotunjit (fig. 107, *f*). După bordurare se poate îndepărta o așchie mică frontală pentru a se obține un aspect mai frumos.

Piatra fiind fixată se poate executa retezarea. Bucșa retezată se fixează prin lipire cu șelac, astfel încît fața opusă bordurării să fie îndreptată spre cuțit și se strunjește degajarea pentru ca prin efectul refracției razelor de lumină să se obțină un aspect frumos (fig. 107, *g*). Important este ca la această operație să nu se ajungă pînă la piatră deoarece în acest caz se reduce suprafața de sprijin și așa destul de mică a pietrei.

La înlocuirea unei pietre montate prin presare se începe întotdeauna cu îndepărtarea pietrei sparte care se împinge afară din locaș cu un bețișor de lemn ascuțit sau cu un poanson. În cazul pietrelor montate prin bordurare, se va deschide gulerul pentru a se putea introduce noua piatră. Această operație se execută cel mai ușor la strungul de ceasornicărie, bucșa rotindu-se foarte încet. După introducerea pietrei, bordurarea se execută în condițiile cele mai bune tot la strung, însă în lipsa acestuia poate fi executată și prin simplă apăsare.

La pietrele presate, care au obligatoriu o porțiune cilindrică pe care se realizează ajustajul cu stringere, de primă importanță este respectarea unei diferențe de 0,01—0,02 mm între diametrul pietrei și cel al locașului. Montarea se efectuează cu o presă specială pentru presat pietre (v. volumul pentru anii I și II, fig. 37). Această presă permite o reglare micrometrică (adică cu o precizie de 0,01 mm) a cursei poansonului.

2. Asigurarea perpendicularității axelor

Abaterile de la perpendicularitate a axelor față de platină sau pod sînt presupuse atît de mici încît nu anulează jocul radial din lagăre. În caz contrar ar apărea frecări atît de mari încît ar putea întrerupe funcționarea ceasornicului. O importanță mărită trebuie acordată însă axelor care poartă indicatoarele, adică axului minutar și celui secundar. Aceasta întrucît la o abatere a axului de la perpendicularitate față de platină, indicatoarele, în timpul unei rotații, se vor apropia și depărta de planul platinei, respectiv al cadranului, și există pericolul să atingă cadranul sau geamul.

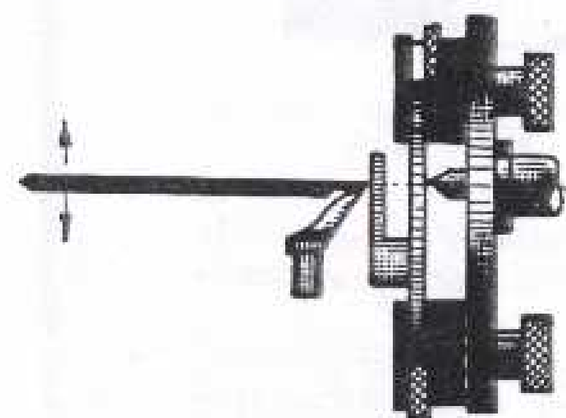


Fig. 108. Centrarea podului.

Se presupune, de exemplu, că trebuie asigurată perpendicularitatea axului minutar. În acest sens va trebui să se deplaseze lagărul din podul respectiv. Soluția o constituie doar montarea unei bucșe în pod. Platina se fixează

pe șaiba plană a strungului și se centrează lagărul minutar. Pentru această operație se recomandă folosirea unui bețișor ascuțit de lemn și nu a vîrfului de centrare din păpușa mobilă, deoarece acesta ar putea deteriora piatra din platină (fig. 108). Acest bețișor se sprijină pe un suport, iar capătul liber amplifică excentricitatea astfel încît centrarea se poate face cu precizie suficientă.

În locul bețișorului (tijei) de lemn se poate folosi cu succes și o tijă de aluminiu. Prin aplicarea unor lovituri ușoare pe platină (utilizîndu-se ciocanul de lemn) se va realiza centrarea. Dacă platina trebuie fixată prin lipire cu șelac, trebuie asigurată centrarea în felul arătat, cu precizarea că piesa se va menține în mișcare de rotație, urmărindu-se în continuare centrarea perfectă pînă cînd șelacul se usucă și fixează platina.

După fixarea centrică a platinei se montează podul (puntea) respectiv și se lărgește gaura la strung. După introducerea bucșei lagărul va asigura în mod precis poziția corectă a axului.

În mod asemănător se procedează și pentru corectarea perpendicularității oricărui ax.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele și dezavantajele diferitelor sisteme de fixare a pietrelor prin bordurare din punctul de vedere al înlocuirii pietrei sparte?
2. Cum se execută un șaton?
3. Cum se înlocuiește o piatră spartă?
4. Cum se asigură perpendicularitatea unui ax care stă inițial înclinat?

CAPITOLUL XIV

REPARAREA EȘAPAMENTULUI

În cadrul acestui capitol se va trata separat eșapamentul cilindru și eșapamentul ancoră. De altfel este aici și locul să se precizeze că celelalte mecanisme de la ceasornicul cilindru și cel ancoră sînt identice. Din această cauză nu s-au făcut și nu se vor face precizări în cazul mecanismelor identice.

1. Repararea eșapamentului cilindru

Datorită frecării permanente pe peretele interior, respectiv exterior al cilindrului în timpul parcurgerii unghiului suplimentar, acest eșapament este foarte sensibil la variația forței transmisie pînă la eșapament.

Din această cauză toate suprafețele active trebuie foarte fin prelucrate, altfel la o creștere a forței transmise amplitudinea oscilațiilor se reduce.

Dacă la aplicarea unui moment suplimentar la roata minutară balansierul se va opri, atunci cilindrul și roata-cilindru trebuie cercetate cu multă atenție.

a. **Cercetarea repausului.** În primul rînd trebuie observat dacă dintele cade sigur pe suprafața de repaus a cilindrului, dar destul de aproape de suprafața de impuls. La dimensiunile reduse pe care le prezintă aceste piese această observare nu poate fi făcută nici cu lupa la ceasornicele în funcțiune. Dacă roata oscilatoare va fi mișcată încet cu mîna se poate constata foarte bine pentru ce unghi de rotație dintele roții eșapamentului este în repaus și momentul în care începe să se miște, adică momentul în care dintele trece de pe suprafața de repaus pe suprafața de impuls a cilindrului. Se va roti roata oscilatoare pînă cînd dintele a trecut de suprafața de impuls și cade pe suprafața de repaus a cilindrului. Din această poziție se rotește acum roata oscilatoare în sensul invers și se va observa roata eșapamentului. Dacă aceasta se va pune imediat în mișcare, rezultă că repausul este mic, distanța dintre axul roții eșapamentului și cilindru este mare și dintele a căzut direct sau foarte aproape de suprafața de impuls. Pentru un repaus corect este necesar ca roata oscilatoare să poată fi rotită în sens invers cu lungimea unui dinte, măsurată pe circumferința roții oscilatoare. Dacă repausul este prea mare înseamnă că distanța dintre roata eșapamentului și cilindru este prea mică — eșapamentul este reglat prea adînc.

O modificare a distanței dintre roata eșapamentului și cilindru, a adîncimii de pătrundere a eșapamentului, este posibilă la majoritatea ceasornicelor; puntea inferioară se poate deplasa și o dată cu ea și puntea superioară fixată de cea inferioară. Desigur că puntea inferioară fiind poziționată și cu știfturi, locașurile pentru acestea vor trebui alungite în direcția deplasării.

b. **Oscilația suplimentară.** La studiul eșapamentului cilindru s-a arătat că elongația trebuie limitată la 180°, adică între două impulsuri balansierul va parcurge un unghi maxim de 360° (180° sub acțiunea impulsului și 180° revenire de la elongația maximă la poziția mijlocie). Dacă știftul din roata oscilatoare și cel din partea cilindrului nu asigură această limitare, ceasornicul se va opri.

Dacă știftul din roata oscilatoare nu va ocupa locul potrivit, fiind deplasat într-o direcție, remedierea deficienței se obține prin:

— scoaterea cilindrului și rotirea roții oscilatoare în sensul necesar față de buzele cilindrului, urmată de montarea roții oscilatoare pe cilindru în această poziție;

— rotirea roții oscilatoare pe butucul de alamă, axul fiind fixat în bucșa elastică a strungului;

— montarea știftului de oprire în noul loc de pe roata oscilatoare.

Trebuie să se verifice totdeauna dacă știftul de pe roata oscilatoare are o lungime suficient de mare deoarece, în caz contrar, există pericolul ca venind în contact cu știftul fix din partea de susținere a cilindrului, care este rotunjit la capăt, să se producă o înțepenire, respectiv o blocare a balansierului. La cea mai mică mișcare această blocare poate să dispară,

astfel încît ceasornicul va avea diferență de mers, iar cauza poate fi foarte greu stabilită și identificată. Pentru a fi sigur, se recomandă ca știftul limitator din puntea cilindrului să fie plat (fără rotunjire) (fig. 109).

c. **Pasajul și roata eșapamentului.** Această secționare a peretelui cilindrului are drept scop să permită trecerea roții eșapamentului chiar dacă aceasta execută oscilații cu o elongație mare (180°). Între pasaj și roata eșapamentului trebuie să existe un joc în ambele părți care nu are voie să fie anulat nici în cazul deplasării cu jocul axial a cilindrului în sens opus față de axul roții eșapamentului. Deoarece roata eșapamentului are de obicei o bătaie frontală se recomandă a se controla pasajul (trecerea) pentru fiecare dinte al roții eșapamentului. Dacă se constată diferențe mici corectarea se poate face prin rectificarea pasajului cu o piatră Mississipi. Prin deplasarea axială a cilindrului și prin rectificarea plăcuțelor de acoperire se pot corecta defecte mici observate la trecerea prin pasaj. Dacă însă planul roții eșapamentului nu este perpendicular pe ax, se impune corectarea poziției înclinate a roții.

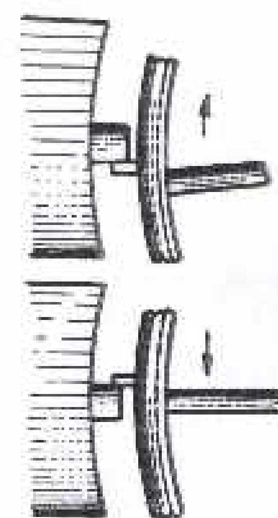


Fig. 109. Știfturi limitatoare.

O dată cu aceasta se poate modifica și adîncimea de pătrundere a eșapamentului. Dacă în schimb numai cîțiva dinți prezintă bătaie frontală, adică ies din planul general al roții, aceștia se vor îndrepta pe nicovală cu un poanson rotunjit. Dinții roții eșapamentului trebuie să fie lustruiți atît la partea ascuțită cît și pe suprafața de impuls. Dacă partea ascuțită este uzată, prezentînd o rotunjire a muchiei, ea se va corecta prin prelucrare cu o piatră Mississipi, însă din partea interioară. De asemenea, baza dintelui nu va fi atinsă la operațiile de reparare deoarece prin aceasta s-ar modifica diametrul exterior al roții eșapamentu.ui.

Avînd în vedere faptul că la eșapamentul cilindru lucrează oțel pe oțel (dinții roții eșapamentului și cilindrul), magnetizarea prin scule magnetice se manifestă deosebit de puternic. Din această cauză se recomandă o demagnetizare a sculelor înainte de a se începe operațiile de reparare. Eșapamentul și cepurile cilindrului se vor unge cu ulei nr. 2. La ungerea eșapamentului se vor unge doar fiecare al 3-lea dinte deoarece o parte din uleiul depus va fi reținut pe buzele cilindrului și va produce ungerea și a celorlalți dinți.

d. **Înlocuirea cilindrului sau tamponului.** Scopul construcției cilindrului din trei părți constă tocmai în ușurarea operațiilor de reparare. Dacă, de exemplu, s-a rupt cepul de la un tampon se impune doar scoaterea tamponului rupt și înlocuirea lui cu unul nou. Avînd în vedere că tamponul scurt se scoate ușor, în cele ce urmează se va arăta modul de scoatere a tamponului lung. În primul rînd se va scoate cilindrul din butucul roții oscilatoare (fig. 110, *a*). Butucul se va așeza pe o nicovală plată, găurită astfel încît cilindrul va trece prin această gaură. Drept sculă se folosește un poanson găurit al cărui diametru exterior este cu ceva mai mic decît diametrul cilindrului astfel încît să poată trece prin butuc.

În scopul slăbirii strîngerii dintre cilindru și tampon, se va proceda la întinderea cilindrului (fig. 110, *b*). Cilindrul fiind culcat pe o suprafață metalică netedă, pe el se pune un poanson puțin concav și se rulează cilindrul aplicîndu-se în același timp lovituri de intensitate mică pe poanson. După aceasta cilindrul se așază într-o gaură potrivită din nicovală, cu un umăr care să permită trecerea tamponului (fig. 110, *c*). Poansonul cu care se lovește tamponul din partea pasajului are o formă specială, purtînd un cep scurt cu diametrul mai mic decît diametrul interior al cilindrului.

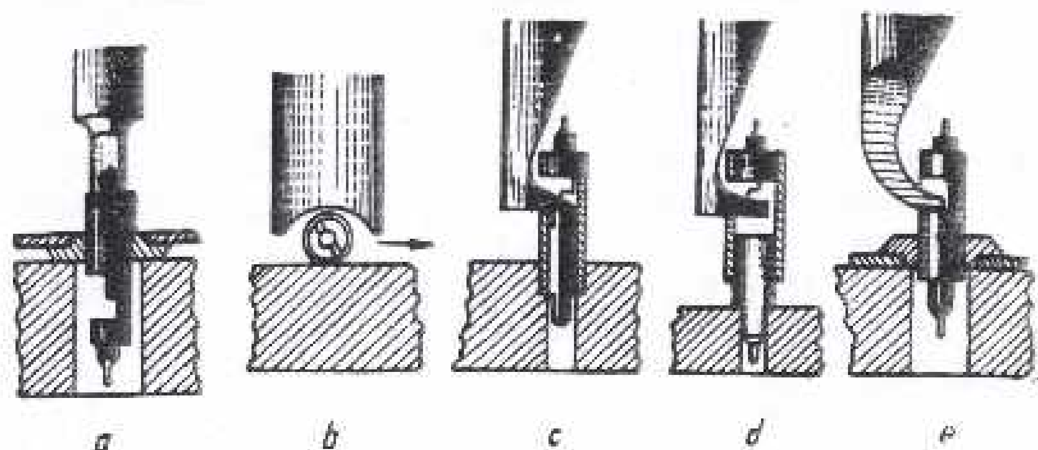


Fig. 110. Demontarea tamponului din cilindru.

Dacă tamponul, după ce a fost împins cu o anumită porțiune înspre afară, stă încă destul de fix în cilindru, se poate trece la strunjirea cepului din vechiul tampon, prinzîndu-se în bucșa elastică a strungului capătul cilindrului. În caz contrar, tamponul se scoate complet și se va executa un tampon nou de diametru și lungime corespunzătoare. Pentru montare se va utiliza un „poanson de tampon" fără cep (fig. 110, *d*) care intră în cilindru în dreptul pasajului. Tamponul se introduce în gaura nicovalei și se așază pe umărul său și, prin apăsarea poansonului de tampon, montat în partea superioară a presei de mînă, se va presa cilindrul pe noul tampon. În figura 110, *e* este reprezentată montarea cilindrului în butucul roții oscilatoare. La cilindrul astfel montat trebuie să se verifice poziția corectă a știftului limitator. Trebuie să se sublinieze faptul că nu absolut la toate ceasornicele știftul limitator trebuie să fie pe direcția perpendiculară pe linia care unește buzele cilindrului. Dacă poziția știftului limitator nu este cea potrivită, se scoate cilindrul din butucul roții oscilatoare și se schimbă poziția acestuia față de buzele cilindrului.

e. **Înlocuirea cilindrului.** Cilindrul fiind foarte mult slăbit în porțiunea pasajului, el este destul de sensibil și se rupe destul de des în această zonă. La înlocuirea lui trebuie măsurate cu precizie următoarele dimensiuni de la cilindrul vechi: diametrul, lungimea pînă la pasaj și lungimea (înălțimea) pasajului.

Executarea cilindrului la strungul de ceasornicărie nu ridică probleme deosebite.

Montarea tampoanelor se face conform celor arătate mai sus.

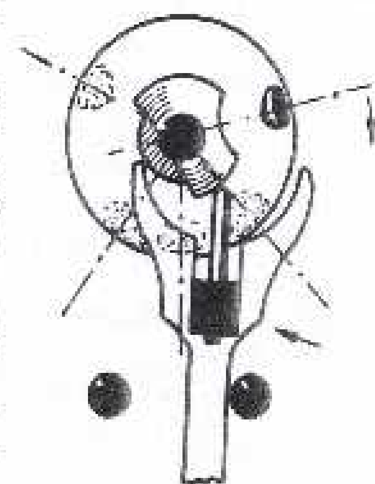
2. Repararea eșapamentului ancoră

La eșapamentul ancoră conlucrarea roata eșapamentului-ancoră este atît de strîns legată de conlucrarea furcă-balansier încît numai o observare și cercetare în ansamblu poate decide dacă și cum se poate îmbunătăți funcționarea, respectiv remedia o deficiență fără a se produce prin aceasta o deficiență poate și mai mare în altă parte. De aceea se recomandă ca înainte de a se cerceta eșapamentul propriu-zis să fie observate mecanismul de siguranță și modul de lucru al furcii.

a. **Cercetarea furcii, vîrfului de siguranță, știfturilor limitatoare, rolei de impuls și de siguranță.** În scopul cercetării poziției corecte reciproce a elementelor menționate se face verificarea în cinci poziții distincte.

1) Pentru a se verifica jocul între vîrful de siguranță și rola de siguranță se rotește balansierul în așa fel încît paleta sau știftul de impuls să fie rotit cu un unghi de circa 90° față de furcă (fig. 111). În această poziție furca-ancoră trebuie să poată fi mișcată puțin, adică să aibă un joc între știftul limitator și rola de siguranță, dar în nici un caz jocul nu va fi atît de mare încît să devină posibilă trecerea dintelui roții eșapamentului de pe suprafața de repaus pe suprafața de impuls.

2) Jocul la coarnele furcii se verifică în mod asemănător, balansierul rotindu-se în zona în care paleta de impuls se află în apropierea cornului drept (din figura 111), fără a intra în scobitura furcii. Acest joc trebuie să fie aproximativ la fel de mare ca cel observat la prima verificare.


Fig. 111. Jocul dintre coarnele furcii și paleta de impuls.

3) În poziția mijlocie se va verifica lățimea scobiturii din furca-ancoră. Pentru a se evita pierderi de forță, acest joc între paletă sau știftul de impuls și furcă trebuie să fie cît mai mic. La o paletă de impuls de formă eliptică se verifică și dacă nu cumva aceasta atinge fundul scobiturii.

4) Pentru verificarea jocului la cornul stîng se rotește balansierul în mod corespunzător.

5) Pentru controlul jocului vîrfului de siguranță și al părții stîngi se verifică o poziție simetrică cu cea descrisă la prima verificare.

O dată cu această verificare se va observa și dacă poziția axială a furcii-ancoră este corectă, pentru ca vîrful de protecție să nu se frece de paleta de impuls. La o poziție prea joasă a furcii-ancoră ar putea să frece blocul în care este fixat vîrful de siguranță de însăși degajarea din platină. Dimpotrivă, dacă furca este situată prea sus coarnele furcii pot atinge rola de impuls. Dacă diametrul părții de legătură dintre rola de impuls și rola de siguranță (la rola dublă) este mare există și posibilitatea ca coarnele furcii să o atingă. Totdeauna se va verifica dacă paleta de impuls este fixată bine; ea se fixează în rola de impuls cu șelac.

b. **Știfturile limitatoare.** Aceste știfturi trebuie astfel dispuse încît să asigure o poziție simetrică a coarnelor furcii față de axul balansierului. Furca trebuie să prezinte în ambele poziții același joc la coarne. Re-

zultă că ştifturile limitatoare nu pot fi potrivite într-un mod arbitrar faţă de eşapament. Hotărîtor pentru poziţia lor este intrarea corectă a paletei de impuls în zona coarnelor. Ceasornicele de calitate superioară sînt echipate cu ştifturi limitatoare excentrice care, prin rotire, pot fi reglate. În celelalte cazuri ştifturile limitatoare, dacă sînt subţiri, se pot îndoi la nevoie. Acest procedeu însă nu se recomandă deoarece suprafaţa de limitare trebuie să fie pe cît posibil perpendiculară pe planul furcii-ancoră. Dacă ştifturile limitatoare sînt înclinate, la o modificare a poziţiei axiale a furcii-ancoră se modifică şi limitarea. În anumite condiţii, ştifturilor subţiri li se poate aplica o îndoire dublă. Dacă limitarea se realizează prin însăşi platina (prevăzută cu degajări corespunzătoare) în cazul în care este nevoie de îndepărtarea de material, aceasta se realizează cu un cuţit sau cu o daltă mică; în loc de adăugire, cu ajutorul unei dălţi aplicată la o distanţă de margine, se împinge materialul înspre furca-ancoră. Ştifturile limitatoare, ca şi zonele de contact cu acestea de pe furca-ancoră, nu au voie să prezinte grad şi trebuie bine curăţite, altfel ancora se va „lipi" de ştifturi. Furca-ancoră, montată singură în mecanism, trebuie să se mişte liber de la un ştift la altul dacă mecanismul se mişcă.

c. **Scobitura furcii.** Paleta de impuls sau ştiftul trebuie să aibă un joc foarte mic (numai atît ca să fie liber) în scobitura furcii. Dacă scobitura este prea lată, prin înlocuirea paletei de impuls cu una ceva mai mare, situaţia poate fi adusă la normal. Cu o anumită grijă şi îndemînare se poate micşora scobitura furcii prin îndoirea coarnelor (prin aplicarea unor lovituri de intensitate foarte mică în imediata apropiere cu începutul scobiturii). Dacă furca este de oţel, coarnele pot fi apropiate prin strîngerea într-o menghină de mînă urmată de o revenire la culoarea albastră.

Suprafaţa scobiturii (în special suprafeţele laterale) trebuie să fie foarte netede. Aceste suprafeţe se lustruiesc cu ajutorul unei lame de oţel (de exemplu, o bucată de arc de suspensie de la pendul) fixată într-un fel de mîner (fig. 112). Cu o astfel de lamă se poate obţine o lustruire foarte bună şi, chiar mai mult, suprafaţa obţinută poate fi chiar bombată, ceea ce reduce şi mai mult frecarea.

Această lustruire este necesară şi atunci cînd ceasornicul a funcţionat foarte mult timp şi pe suprafeţele laterale apar mici scobituri în urma loviturilor ce se ivesc la transmiterea impulsurilor.

d. **Coarnele furcii şi vîrful de siguranţă.** Jocul la coarne şi cel al vîrfului de siguranţă trebuie să fie aproximativ egale, dar mai mici decît repausul, pentru că altfel dintele roţii eşapamentului poate să treacă de pe suprafaţa de repaus pe suprafaţa de impuls.

La coarne prea scurte, tija furcii se poate lungi puţin prin aplicarea unor lovituri mici pe un poanson care produce o întindere a materialului tijei furcii sprijinită pe o nicovală plană. O dată cu aceasta vîrful de siguranţă devine prea lung, însă scurtarea lui este o problemă simplă.

Coarnele prea lungi (caz foarte rar) se vor scurta prin polizare cu piatra Mississipi.

Un vîrf de siguranţă prea scurt se poate lungi prin întindere pe o nicovală plană, respectiv între două poansoane. Poansonul inferior (nicovala) trebuie să fie astfel prelucrat încît să fie degajat în locul unde vin coarnele furcii (fig. 113, *a*). Dacă lungirea obţinută în acest mod nu este suficientă poansonul superior se înlocuieşte cu unul rotunjit. În scopul evitării încărcărilor repetate, efectul operaţiei de alungire se măsoară în felul indicat în figura 113, *b*.

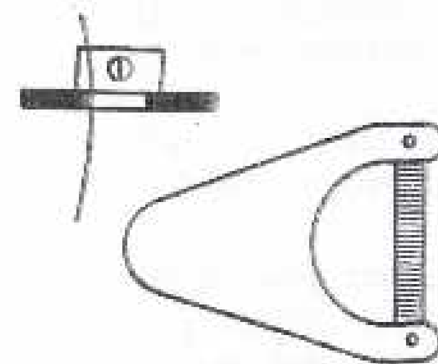


Fig. 112. Dispozitiv pentru rectificarea crestăturii furcii.

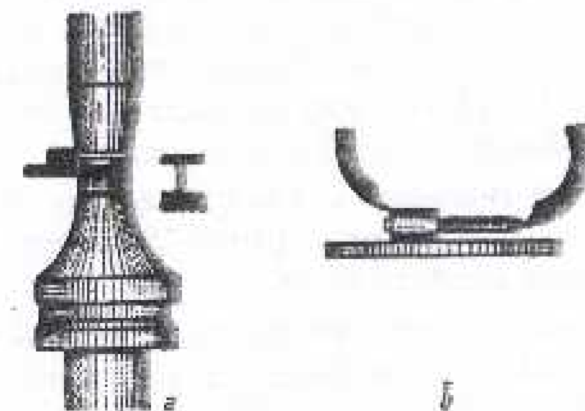


Fig. 113. Dispozitiv pentru alungirea vîrfului de siguranţă.

e. **Cercetarea repausului şi a drumului pierdut.** În primul rînd se va cerceta adîncimea de pătrundere a eşapamentului (ancoră în roata eşapamentului), ceea ce este echivalent cu observarea repausului. Deoarece roata eşapamentului poate să prezinte o anumită bătaie radială, această observare trebuie făcută cel puţin în patru poziţii. Ca şi la angrenajele cu roţi dinţate şi aici deficienţa poate fi mai mare, respectiv mai mică, în funcţie de jocul (radial) cepului în lagăr. Un repaus prea mic echivalează cu o adîncime prea mare de pătrundere a eşapamentului, adică o distanţă prea mică între axe, şi invers.

Desigur că observarea eşapamentului se continuă chiar dacă s-a stabilit că adîncimea de angrenare este prea mică sau prea mare deoarece trebuie să se stabilească modul în care se va înlătura această deficienţă. În special drumul pierdut depinde de poziţia paletelor. Cum însă drumul pierdut şi poziţia ştifturilor de limitare influenţează jocul coarnelor şi al vîrfului de siguranţă, trebuie să se analizeze foarte bine ce soluţii de remediere se vor aplica. Se scoate paleta de intrare sau de ieşire sau, pentru a nu se strica simetria jocurilor, se va modifica poziţia ambelor palete. Trebuie subliniat că drumul pierdut constituie de fapt o măsură de siguranţă şi, prin urmare, cu cît calitatea ceasornicului este mai bună, adică precizia de execuţie a pieselor este mai mare, acesta poate fi mai mic. Înainte de a se hotărî modificarea poziţiei paletelor trebuie analizate bine toate urmările acestei acţiuni. Dacă, de exemplu, pe o parte drumul pierdut este prea mic şi jocul vîrfului de siguranţă este prea mare, prin introducerea mai adîncă a paletei opuse se micşorează ambele greşeli deoarece ştiftul limitator se poate apropia prin îndoire.

f. **Modificarea poziţiei paletelor.** Paletele sînt fixate în ancoră cu şelac. Astfel este necesar ca această parte a ancorei să fie încălzită pînă

cînd șelacul se topește. Acest lucru se poate controla printr-o bucățică de șelac pusă lîngă ancoră. După topirea șelacului se poate împinge paleta cu un clește de alamă înspre locaș sau cu o tijă de alamă în sens invers. Dacă șelacul este îmbătrînit și nu mai fixează suficient de bine paletele în ancoră, se recomandă înlăturarea lui completă și fixarea paletei cu șelac nou. Pentru o dozare corectă a cantității de șelac (acesta nu are voie să acopere suprafețele active libere ale paletei) este bine ca el să fie tras în prealabil în fire subțiri prin încălzire; apoi se încălzește ancora punîndu-se firul în locul de lipire și se îndepărtează imediat după ce cantitatea topită este suficient de mare.

La orice reparație a ceasornicului se recomandă să se controleze dacă paletele sînt bine fixate (rigid) deoarece de multe ori este necesară o nouă fixare a acestora cu șelac.

Dacă ancora este de tip vechi cu palete invizibile, deci paletele nu pot fi mutate, o modificare a adîncimii de pătrundere se obține prin deplasarea ancorei (în ansamblu) pe axul respectiv. Ancora este poziționată față de ax și furcă prin două știfturi de poziționare și, deci, este necesar ca acestea să fie îndoite sau pilite, sau găurile în care intră știfturile lărgite într-o anumită direcție pentru a face posibilă deplasarea.

Dacă la un eșapament se constată o atracție necorespunzătoare, adică ancora nu este atrasă spre știftul de limitare și astfel nu este asigurat jocul necesar între coarne și paleta de impuls, respectiv jocul între rola de siguranță și vîrful de siguranță, cauza trebuie căutată în uzura părții ascuțite a dinților roții eșapamentului. Înlocuirea roții eșapamentului cu una nouă este singura soluție recomandabilă deoarece corectarea formei dinților nu poate fi făcută cu precizie.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt principalele defecte ale eșapamentului cilindru?
2. Cum se cercetează repausul? Cum se corectează acesta?
3. Cum se corectează limitarea amplitudinii de oscilație?
4. Ce defecte se întîlnesc la pasajul cilindrului și la rola cilindrului? Cum se remediază aceste defecte?
5. Care este procedeul de înlocuire a tamponului? Dar a cilindrului?
6. Ce verificări se fac la eșapamentul ancoră în vederea stabilirii deficiențelor de funcționare?
7. Care sînt operațiile de reparare aplicabile știfturilor limitatoare și cînd se recurge la ele?
8. Ce operații de reparare se aplică la scobitura furcii?
9. Cum se execută alungirea sau scurtarea coarnelor sau vîrfului de siguranță?
10. Care este tehnologia de modificare a poziției sau de înlocuire a paletelor?

CAPITOLUL XV

REPARAREA BALANSIERULUI

1. Axul balansierului

a. **Înlocuirea axului balansierului.** Înlocuirea axului balansierului în urma ruperii cepurilor este o problemă destul de simplă, dacă există piese originale pentru acest tip de ceasornic. În primul rînd se demontează de pe axul deteriorat rola de impuls și de siguranță care, de obicei, formează corp comun și apoi rola arcului spiral. Aceste operații se execută ușor prin folosirea unor scule potrivite și nu necesită explicații suplimentare. Demontarea roții oscilatoare se poate face însă numai după ce umărul format prin sertisarea roții pe umărul de pe ax a fost îndepărtat prin strunjire. Și mai avantajos este să se îndepărteze prin strunjire umărul astfel încît roata oscilatoare să fie presată în jos, în special dacă sertisarea este puternică. Dacă la demontarea roții oscilatoare nu se procedează cu cea mai mare atenție, la montarea roții pe axul nou, aceasta va prezenta o bătaie radială și frontală inadmisibil de mare și înlăturarea acestei deficiențe necesită un volum mare de muncă, păstrîndu-se totuși urme ale greșelii inițiale.

La executarea axului balansierului în atelierul de reparație se aplică două metode:
— strunjirea din bucșa elastică;
— strunjirea între vîrfuri.

În ambele cazuri cuțitul poate fi fixat în suport sau ținut în mînă. Înainte de a se trece la executarea propriu-zisă a axului trebuie să se stabilească cu precizie ridicată dimensiunile indicate în figura 114, care reprezintă forma de ax cea mai obișnuită. Respectarea acestor dimensiuni trebuie verificată în timpul execuției cu micrometrul și la nevoie prin păsuire cu contrapiesă.

Procesul de strunjire a axului oscilator între vîrfuri este indicat în figura 115. Succesiunea operațiilor la strunjirea între vîrfuri este în principiu identică cu cea din bucșa elastică. În prima etapă (*a*) se strunjește suprafața cilindrică a suportului pentru roata oscilatoare și apoi umărul pentru montarea roții prin sertisare, care se controlează cu contrapiesă sau micrometru. Această suprafață se finisează. Urmează strunjirea părții conice a suportului pentru roata oscilatoare (*b*). În poziția (*c*) se strunjește și se finisează suportul pentru rola arcului spiral și degajarea pentru sertisarea roții oscilatoare. În continuare se strunjește cepul din față și se finisează prin polisare (*d*); se scurtează partea cepului, piesa fiind sprijinită într-o șaibă pîlnie în scopul centrării păstrîndu-se capătul liber (*e*). Urmează prelucrarea celui de al doilea capăt, unde se strunjește și se finisează treapta pentru rola de impuls (*f*) și se retează această parte la lungime (*g*). Poziția (*h*) arată strunjirea cepului inferior urmat de strunjirea cepului superior (*i*), cînd piesa se centrează din nou printr-o șaibă-

pilnie. La strunjire cepurile pot avea un adaos pentru suprafinisare de maximum 0,01 mm.

Drept material pentru axul balansierului se va alege totdeauna un oțel de îmbunătățire cu un conținut de carbon de circa 1%, deoarece acest ax trebuie supus tratamentului termic de călire-revenire.

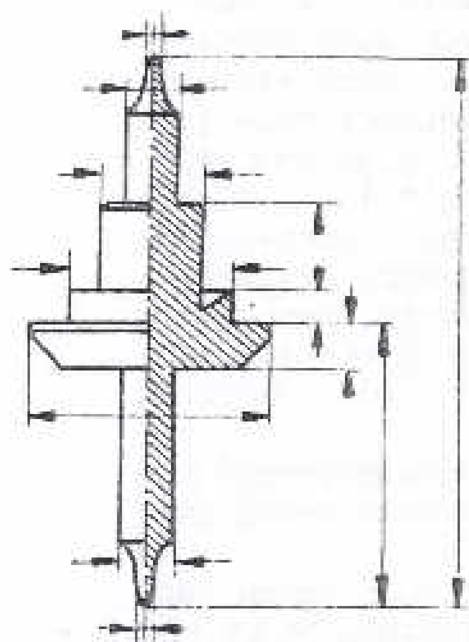


Fig. 114. Axul balansierului.

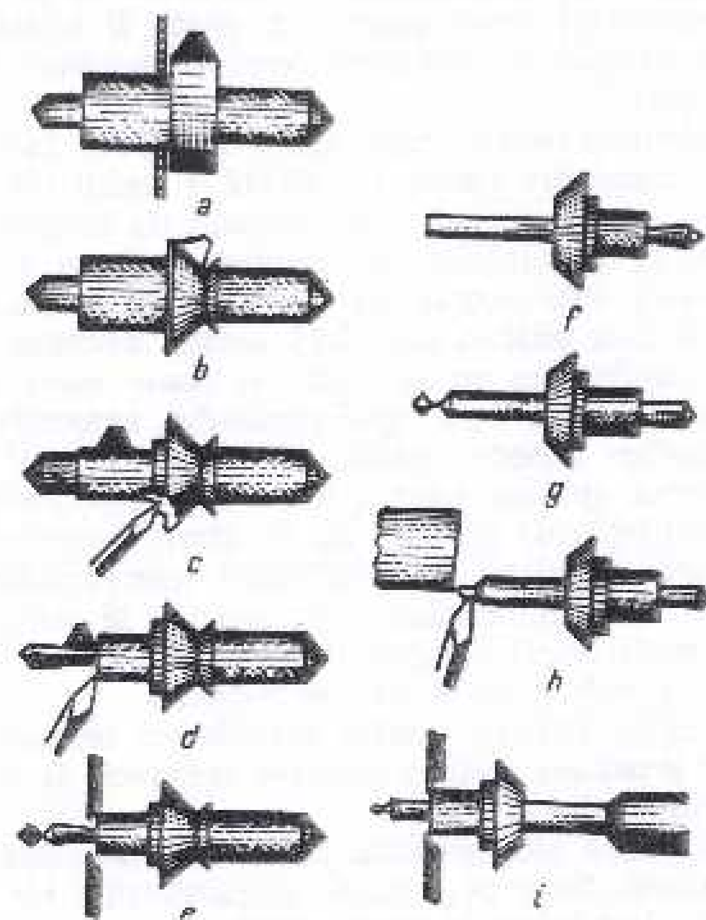


Fig. 115. Executarea axului balansierului.

Este evident faptul că la strunjirea între vîrfuri folosirea antrenorului este obligatorie. De asemenea se observă că la strunjirea cepului se va folosi un vîrf cu caneluri, care permite strunjirea și lustruirea fusurilor. Strungul acesta mic, special pentru executarea și lustruirea fusurilor poartă denumirea de strung pentru prelucrarea axelor fusurilor.

În figura 116 se arată cum se execută lustruirea cepului axului balansierului pe acest utilaj; roata oscilatoare rămîne montată și servește pentru antrenarea axului.

Modul în care se execută montarea pe axa roții oscilatoare și a rolei duble este reprezentat în figura 117 și 118.

b. **Lagărul axului balansierului.** Lagărul axului balansierului are o construcție deosebită tocmai în scopul reducerii la minimum a frecării. Astfel la poziția orizontală a ceasornicului, între cep și piatra de acoperire se realizează un contact aproape punctiform. Pentru a nu exista diferențe mari de frecare în diferite poziții se impune pe de o parte un diametru al cepului cît mai mic, iar pe de altă parte o rază de rotunjire a cepului destul de mare. Partea cilindrică a cepului trebuie să străbată neapărat piatra cu gaură deoarece, în caz contrar, cepul la un joc axial minim necesar ar putea să se înțepenească în piatră datorită formei lui specifice. Lungimea porțiunii cilindrice a cepului se va verifica cu precizie maximă prin slăbirea plăcuței pietrei de acoperire. Dacă axul balansierului, sub acțiunea greutății proprii, poate intra mai adînc în

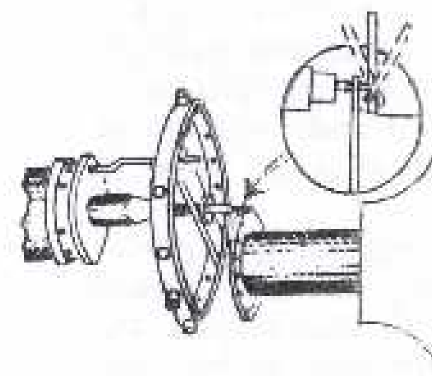


Fig. 116. Lustruirea cepului.

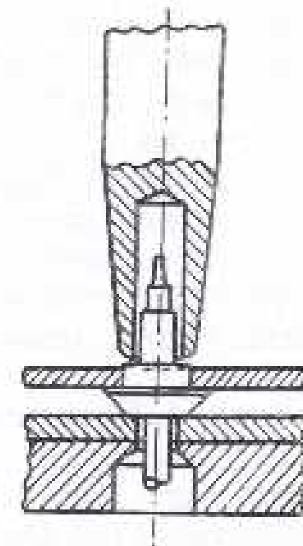


Fig. 117. Montarea roții oscilatoare pe ax.

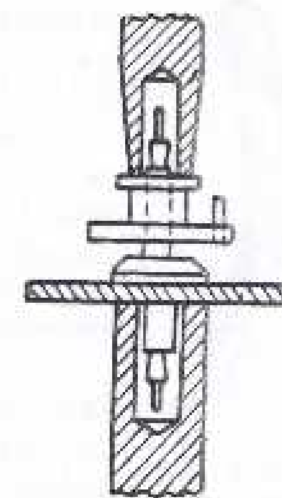


Fig. 118. Montarea rolei duble pe ax.

piatra cu gaură, inseamnă că partea cilindrică a cepului este suficient de mare. Cînd cepul, respectiv întregul balansier rămîne în poziția inițială, se va verifica dacă suprafața pietrei de acoperire este la nivelul suprafeței plăcuței. De obicei se poate deplasa piatra de acoperire sau să se prelucreze plăcuța de acoperire astfel încît suprafața activă a pietrei să ajungă în planul plăcuței.

Dacă piatra de acoperire nu este bine fixată, ea se va fixa cu ajutorul unei bucăți mici de șelac pusă deasupra pietrei, încălzindu-se plăcuța de acoperire pînă la topirea șelacului.

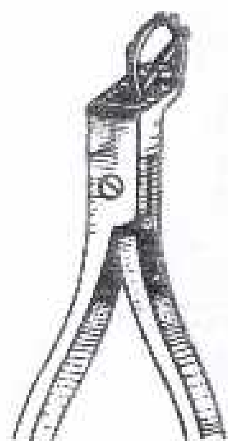
O altă soluție constă în îndepărtarea prin strunjire a unui strat de material de pe suprafața plăcuței care poartă piatra de acoperire. În nici un caz nu este permis să se folosească praf de hîrtie abrazivă (șmirghel), întrucît acesta atacă într-o măsură oarecare și suprafața pietrei. Dacă și după aceste operații se constată că cepurile sînt prea scurte, ele trebuie corectate prin strunjirea umerilor.

2. Roata oscilatoare

a. **Corectarea bătăii radiale și frontale.** În primul rînd această roată montată pe axul balansierului trebuie să nu prezinte bătaie frontală. Dacă și la celelalte roți această bătaie trebuie evitată pentru ca roțile în timpul funcționării să nu atingă alte elemente frînînd transmiterea momentului, la roata oscilatoare se pune și problema deranjării stării de echilibru a balansierului.

După ce s-a verificat sertisarea corectă, deci poziția rigidă a roții pe axul balansierului, se trece la eliminarea bătăii frontale. Se reco-

mandă a se analiza bine în ce direcție se va face remedierea, aceasta depinzînd de o împărțire cît mai egală a distanței dintre această rolă și piesele vecine. Remedierea se va face numai prin îndreptarea spițelor cu ajutorul degetelor, care nu lasă urme, sau cu ajutorul unui cleşte plat cu bacuri de alamă (fig. 119). Pentru eliminarea bătăii radiale existente la roțile oscilatoare simple nesecționate se recomandă fixarea cu șelac a roții pe șaiba plană și strunjirea centrică a găurii. Aceasta mărindu-și diametrul se impune înlocuirea vechiului ax.


Fig. 119. Cleşte pentru eliminarea bătăii frontale a roții oscilatoare.

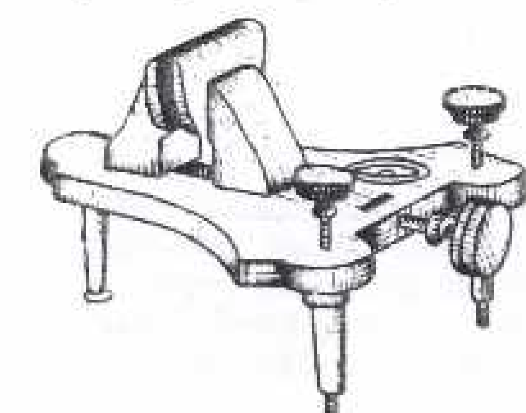
La roțile oscilatoare secționate se va verifica centricitatea față de lungimea spițelor. Constatîndu-se abateri, gaura din roată va fi lărgită centric față de spițe prin strunjire. La diferențe mici se poate întinde (alungi) și spița mai scurtă. Numai după aceasta se poate trece la centrarea obezii.

b. **Echilibrarea balansierului.** La ceasornicele portabile echilibrarea balansierului determină în mare măsură precizia de funcționare. Astfel dacă axul balansierului are poziție verticală (ceasul culcat), neechilibrarea are un efect egal cu zero. Influența neechilibrării este maximă la poziția orizontală a axului balansierului.

Poziția considerată normală diferă la diferitele tipuri de ceasornice. La ceasornicele de buzunar se consideră poziția principală poziția cu „coroana sus" pe cînd la cele de mînă poziția cu „coroana jos". Aceste diferențe însă nu sînt hotărîtoare întrucît astăzi se cere o funcționare corectă în toate pozițiile adică o echilibrare perfectă a balansierului.

Prin echilibrarea balansierului se înțelege echilibrarea ansamblului roată oscilatoare, ax, rola arcului spiral și rola dublă. Avîndu-se însă în vedere dimensiunile mici ale ultimelor elemente, echilibrarea ansamblului este determinată în final de roata oscilatoare.

În uzinele producătoare moderne se execută o echilibrare dinamică a balansierului cu ajutorul unor aparate electronice moderne. La reparații, aceste aparate neputînd fi folosite, se face o verificare a echilibrării, respectiv o echilibrare statică, utilizîndu-se un dispozitiv simplu (fig. 120). În principiu acest dispozitiv se compune din două cuțite de oțel fin prelucrate, distanța dintre ele fiind variabilă. In anumite cazuri aceste cuțite sînt executate și din piatră (rubin artificial). Pentru a asigura poziția orizontală a muchiilor, acest dispozitiv se sprijină pe trei picioare dintre care două au șuruburi de reglare a orizontalității. Distanța dintre cele două cuțite se fixează astfel încît axul balansierului să fie sprijinit pe partea cilindrică a cepurilor.


Fig. 120. Dispozitiv pentru echilibrare.

Se imprimă balansierului o mișcare mică de rotație. Dacă după un timp aceasta începe să execute o mișcare oscilatorie

nu este echilibrat, avînd un surplus de masă în momentul opririi în partea de jos. Dacă este echilibrat își menține mișcarea de rotație uniformă rostogolindu-se pînă la marginea cuțitelor. Pentru a se evita căderea balansierului (în special a celor grele) de pe cuțite, la capetele acestora sînt prevăzute degajări în care cepul balansierului se va opri. La axele cu vîrfuri conice care sînt montate în șuruburi cu pietre conice (ca la ceasornicul deșteptător) acest aparat nu poate fi utilizat. În acest caz se va utiliza un compas în care sînt montate șuruburi cu locaș sau piatră conică (chirner).

Echilibrarea balansierului fără șuruburi se face prin îndepărtarea prin găurire și teșire din partea inferioară a obezii (partea care nu se vede) a materialului în locul unde s-a constatat un surplus. Dacă această ușurare (micșorare a momentului de inerție) reclamă o lungime prea mare a arcului spiral, este necesar să se mărească greutatea roții prin montarea în obadă a unor știfturi sau, dacă spațiul permite, chiar a unor șuruburi. La roțile oscilatoare cu șuruburi se poate mări sau micșora masa prin fixarea unor rondele sub capul șurubului, respectiv prin micșorarea capului șuruburilor. Aceste operații de echilibrare se vor executa totdeauna în apropierea spițelor pentru a nu influența compensarea balansierului.

Ceasornicele de precizie au în afara șuruburilor pentru compensare așa-numitele șuruburi de echilibrare neînșurubate complet care permit eliminarea dezechilibrărilor mici, precum și eliminarea diferențelor mici de mers astfel încît compasul de reglare să rămînă în poziție mijlocie. Sub aceste șuruburi nu se adaugă rondele.

Rondelele utilizate pentru echilibrare trebuie să aibă diametrul mai mic decît grosimea roții oscilatoare deoarece, în caz contrar, există pericolul să atingă alte organe.

Echilibrarea balansierului poate fi considerată terminată numai după ce balansierul fixat pe cuțitele dispozitivului de echilibrare, se va afla în echilibru indiferent în orice poziție.

3. Arcul spiral

a. **Generalități.** Diametrul exterior al arcului spiral trebuie să fie aproximativ jumătate din cel al roții oscilatoare, măsurat împreună cu șuruburile. Atît capătul interior cît și cel exterior trebuie să fie fixate sigur de rolă respectiv de piton (butuc). Rola arcului spiral nu trebuie să se deplaseze cu ușurință pe axul balansierului.

În timpul lucrului se va evita atingerea spiralei cu mîna, pentru a nu lăsa pe ea urmele degetelor transpirate.

Rugina, descoperită undeva pe o spiră a arcului nu poate fi înlăturată complet și este inutil de a se încerca aceasta deoarece rugina reduce elasticitatea arcului și îl face absolut inutilizabil pentru viitor.

Se va controla dacă distanța dintre diferitele spire ale arcului este egală. În momentul desfășurării maxime a arcului, spira exterioară trebuie să nu atingă roata minutară sau alte organe, iar la strîngerea (înfășurare) maximă spirele trebuie să nu se atingă între ele. De asemenea, în orice poziție de desfășurare sau strîngere, spirele trebuie să se afle în același

plan care trebuie să fie totodată paralel cu planul platinei, respectiv podului balansierului (fig. 121). Potrivirea aceasta se face totdeauna de la spira interioară cu o pensetă corespunzătoare.

O tăietură prea largă în rola arcului spiral influențează negativ echilibrul balansierului și de aceea rola respectivă trebuie înlocuită.

În apropierea pitonului, spira exterioară a arcului spiral trebuie astfel îndoită încît, la mutarea compasului de reglare în orice direcție,



Fig. 121. Montarea arcului spiral.

Fig. 122. Aranjarea spirelor arcului.

spira să rămînă exact în mijlocul cheii compasului. Controlul acestei condiții se realizează cel mai bine pentru poziția de echilibru (repaus). La arcul spiral plat există un joc între arcul spiral și cheie, care trebuie să nu depășească dublul grosimii arcului. La arcul spiral Breguet acest joc este mult mai mic. Aranjarea concentrică a arcului spiral în jurul rolei se realizează tot prin acțiunea asupra spirei interioare (fig. 122).

b. **Înlocuirea arcului spiral plat.** Înainte de toate se stabilește diametrul potrivit (în funcție de compasul de reglare și de piton). După aceasta se alege arcul care are și elasticitatea necesară, adică arcul care cu balansierul dat (momentul de inerție dat) să efectueze numărul de oscilații necesare. Pentru a se determina și această caracteristică este necesar un cronometru. Pe axul balansierului se aplică o bilă mică de ceară de care se fixează capătul interior al arcului (fig. 123). Apucîndu-se cu penseta capătul exterior al spiralei și ridicîndu-se, se pune în mișcare balansierul printr-un impuls tangențial brusc. În timpul oscilației, balansierul se ridică (arcul spiral înfășurat) și se coboară (arcul spiral desfășurat). Înălțimea pensetei va fi astfel aleasă încît, la coborîre, balansierul să atingă cu cepul axului său o sticlă așezată special în acest scop (sau geamul cronometrului). Se vor număra oscilațiile într-un anumit timp, de exemplu un minut. Numărătoarea va începe cu „0" și se vor număra oscilațiile duble, care sînt marcate sonor de atingerea cepului axului de sticlă. La majoritatea ceasornicelor de mînă și de buzunar numărul de oscilații simple într-o oră este de 18 000, dar există și ceasornice cu alte cifre caracteristice, de exemplu 21 000 oscilații pe oră. Aceasta înseamnă că la 18 000 oscilații simple pe oră, corespund 300 oscilații de minut, respectiv 150 oscilații duble (numărate) pe minut. La un număr mai mare de oscilații ale balansierului înseamnă că spirala aleasă este „tare", adică prea elastică; un număr mai mic înseamnă o spirală „slabă". La diferențe mici se va prinde spirala mai aproape sau mai departe de capătul exterior pînă cînd se obține numărul dorit de oscilații, respectîndu-se însă diametrul spiralei.

Diferența de 1—2 oscilații pe minut poate fi considerată admisibilă și înseamnă că alegerea spiralei s-a terminat.

La fabricile producătoare, etalonarea spiralei cu balansier se face cu aparate speciale (de exemplu, Super Spiromatic), la care oscilațiile balansierului de etalonat sînt comparate cu oscilațiile etalon ale unui generator cu cristal de cuarț; diferența rezultată comandă printr-un sistem mecanic mutarea punctului de prindere a spirei exterioare pînă cînd se atinge nu-

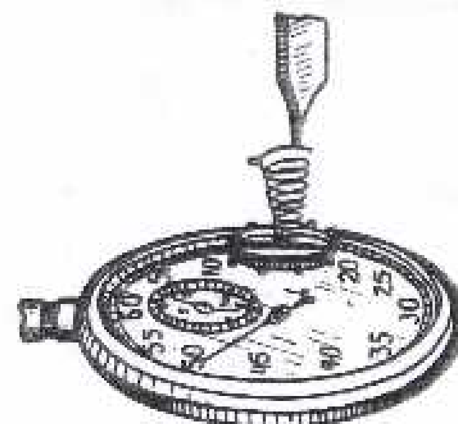


Fig. 123. Numărarea oscilațiilor.

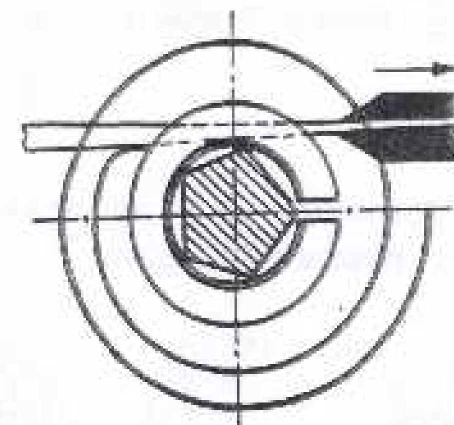


Fig. 124. Fixarea capătului interior al arcului spiral.

mărul de oscilații dorit. Acest punct se marchează și corespunde poziției compasului.

c. **Fixarea arcului spiral în rolă și piton.** Rola se va fixa pe un alezor pentagonal (fig. 124) astfel încît o muchie intrînd în crestătura radială a rolei să împiedice rotirea acesteia în timpul introducerii știftului conic. Între rolă și prima spiră va trebui să se realizeze o distanță egală cu cea dintre două spire alăturate ale arcului spiral. Spira interioară se va forma astfel încît pe prima porțiune de un sfert de arc de cerc să existe forma circulară. După fixare, capetele știftului se vor îndepărta.

Spira exterioară se va trece prin compasul de reglare și se va fixa cu un știft conic de alamă în mod asemănător ca în rolă. Dacă nu există un dispozitiv special de prindere pentru piton fixarea arcului se va face numai după ce în prealabil butucul (pitonul) a fost fixat în puntea balansierului.

Urmează aranjarea arcului spiral astfel încît o parte din spira exterioară să corespundă întocmai arcului descris de compasul de reglare (să fie circulară).

Deoarece pitonul este fixat de obicei la o distanță ceva mai mare, se va executa un cot (inflexiune) în imediata apropiere a pitonului pentru a se obține arcul de cerc dorit.

De asemenea, se va controla jocul între cheia compasului și arc pentru întreaga cursă a compasului, precum și jocul între cheia compasului și a doua spiră (din exterior) pentru a nu avea atingeri la elongații mari.

d. **Înlocuirea arcului spiral Breguet.** Alegerea se face în mod asemănător ca la arcul spiral plat dacă este vorba de ceasornice de masă la

care punctul de fixare interior nu prezintă o importanță deosebită. La ceasornicele de precizie există anumite criterii de fixare a arcului spiral pe rolă, ținîndu-se seamă de poziția primei jumătăți din spira interioară față de poziția ceasornicului.

În principiu pentru a se îndoi corect spira superioară (finală) este necesar ca ceasornicarul să posede o anumită obișnuință.

Diferitele curbe finale sînt caracterizate printr-un număr și ele sînt indicate în tabele. Numărul N al curbei finale se calculează cu relația:

$$N=\frac{a\cdot 100}{R} \quad (22)$$

în care:

a este distanța de la știfturile compasului la centru;

R — raza arcului spiral.

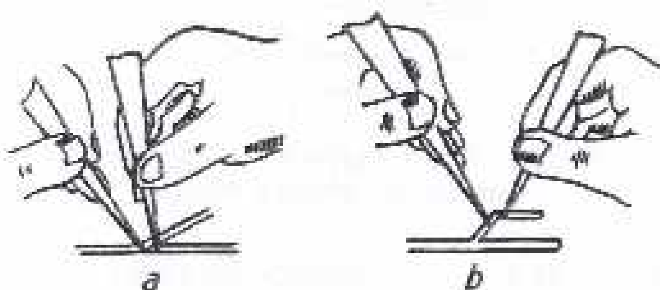


Fig. 125. Formarea arcului Breguet.



Fig. 126. Formarea spirei exterioare.

Curba finală se îndoaie astfel: la prima mișcare se îndoaie puțin către centru și în sus partea inițială a curbei terminale (fig. 125, *a*); la a doua mișcare se îndoaie în jos și iar spre centru partea următoare a spiralei (fig. 125, *b*); cu ajutorul unei pensete speciale (fig. 126) se îndoaie curba terminală într-un plan paralel cu planul celorlalte spire. După formarea definitivă arcul spiral trebuie să prezinte forma din figura 60.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt fazele de lucru la executarea axului balansierului?
2. Ce deficiențe se pot ivi la lagărele balansierului?
3. Cum se obține o roată oscilatoare fără bătaie frontală?
4. Cum se elimină bătaia radială a roții oscilatoare?
5. Cum se execută echilibrarea balansierului fără șuruburi?
6. Cum se execută echilibrarea balansierului cu șuruburi?
7. Care sînt criteriile care stau la baza alegerii unui arc spiral plat pentru înlocuire?
8. Cum se etalonează balansierul cu noul arc spiral?
9. Cum se fixează capetele arcului spiral?
10. Cum se alege arcul spiral Breguet pentru înlocuire?
11. Cum se formează curba finală?

CAPITOLUL XVI

REPARAREA MECANISMULUI INDICATOR

a. **Repararea cuplajului elastic.** Antrenarea indicatoarelor se realizează printr-un cuplaj cu fricțiune. Sistemul cel mai frecvent utilizat este cel arătat în figura 80. Proeminențele *3*, în interiorul țevii pinionului pătrar permit realizarea fricțiunii necesare, datorită căreia pinionul pătrar se poate roti destul de liber în momentul mutării indicatoarelor; în restul timpului, cînd ceasornicul este în funcțiune, pinionul pătrar va antrena celelalte roți ale mecanismului indicator, fără a patina pe axul minutar (central).

Dacă pinionul pătrar este montat prea forțat pe axul minutar, este necesară redresarea proeminenței *3* prin netezire cu un alezor. Dacă însă pinionul pătrar se rotește prea ușor pe axul central, proeminența *3* trebuie accentuată prin strîngere cu un clește ascuțit. Pentru a se evita pericolul de tăiere a pinionului, în interiorul lui se va introduce o tijă cu un diametru ceva mai mic decît axul central.

Recondiționarea proeminențelor *3* uzate este o operație destul de frecventă. Pentru o reparare calitativ mai bună se recomandă folosirea în acest scop a unui dispozitiv simplu arătat în figura 127. O lovitură ușoară cu ciocanul asupra poansonului formează pe gîtul pinionului o proeminență interioară avînd adîncimea necesară; și în acest caz în interiorul pinionului se va introduce o sîrmă.

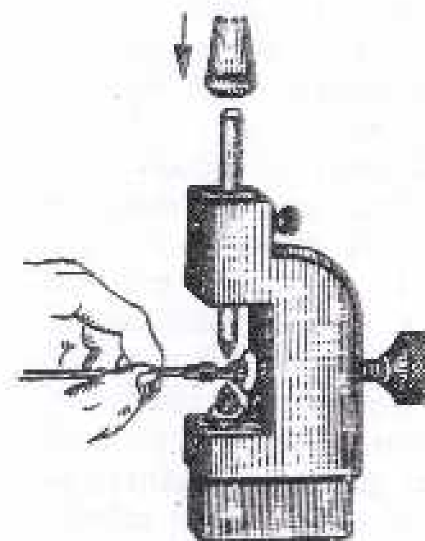


Fig. 127. Repararea cuplajului elastic.

În urma reparației efectuate, rotirea pinionului pătrat pe axul central în timpul reglării indicatoarelor trebuie să fie relativ frînată și uniformă (fără zmucituri).

b. **Repararea roților mecanismului indicator.** Roata orară și schimbătoare nu transmit forță, deci la ele nu se va constata o uzură pronunțată. În schimb jocul axial și bătaia frontală la aceste roți trebuie să fie cît mai mici. Existența unui joc mic axial însă este obligatorie și după ce cadranul și indicatoarele au fost montate. Un joc axial prea mare determină datorită spațiului mic rezervat acestor roți, frecarea între roata orară și schimbătoare sau frecarea roții schimbătoare de podul mecanismului remontor. Pentru evitarea acestor atingeri și frecări se recomandă ca aceste roți să fie șlefuite plan pentru a se îndepărta în acest mod gradul rămas de la frezare. Uneori roata orară se teșește din partea inferioară pentru ca să nu se frece de roata schimbătoare.

O atenție deosebită se va acorda și roții de reglare a indicatoarelor, executată din oțel și care angrenează cu roata schimbătoare. Ea trebuie să se rotească liber (ușor) fără a avea însă un joc excesiv. De multe ori

această roată fiind presată de puntea mecanismului remontor sau de șuruburi, constituie cauza opririi ceasornicului.

Ungerea acestei roți nu este obligatorie. O ungere prea abundentă este chiar dăunătoare deoarece uleiul se va întinde pe puntea mecanismului remontor, contribuind astfel la lipirea roților de punte, fapt care influențează nefavorabil mersul ceasornicului. Axul pinionului schimbător se va unge cu o cantitate mai mică de ulei, iar roata orară nu se unge.

c. **Repararea cadranului.** Cadranul trebuie să fie foarte bine fixat de schelet. Orice deplasare a cadranului prezintă un pericol în special pentru axul secundar care se poate îndoi.

La cadranele emailate înlocuirea unui piciorus rupt se poate realiza prin lipirea unui alt piciorus de cupru pe cadran cu ajutorul unui aliaj de lipit moale și utilizîndu-se pentru topirea lui o lampă cu spirt cu tub de suflat. La cadranele metalice neacoperite nu se recomandă lipirea piciorușului rupt deoarece cadranul în zona încălzită își schimbă culoarea.

d. **Repararea indicatoarelor.** Indicatoarele ceasornicului trebuie să aibă o poziție riguros paralelă atît între ele cît și cu cadranul. Vîrful indicatorului minutar se îndoaie puțin înspre cadran. Pentru a se asigura o montare strînsă pe axe, acestea se vor rotunji la capăt.

Montarea incorectă a indicatoarelor poate provoca următoarele defecte:

— indicatorul minutar atinge cu vîrful indoit cadranul, geamul sau chiar rama;

— indicatorul orar montat prea jos atinge secundarul (mic necentral);

— bucșa indicatorului orar este strînsă de indicatorul minutar montat prea jos;

— bucșa indicatorului orar sau țeava roții orare atinge gaura din cadran;

— indicatorul secundar central atinge geamul sau indicatorul minutar;

— indicatorul secundar mic atinge cadranul.

La demontarea indicatoarelor pentru a nu se deteriora cadranul sau axul respectiv, se va folosi penseta specială pentru indicatoare. O atenție se va acorda demontării și montării indicatorului secundar deoarece fusul lui este foarte subțire. Ajustajul cu stringere care se formează între indicator și fusul respectiv trebuie să asigure o fixare sigură însă nu prea strînsă, deoarece la montare ar putea să apară deteriorarea fusului, ruperea sau scoaterea pietrei din platină etc.

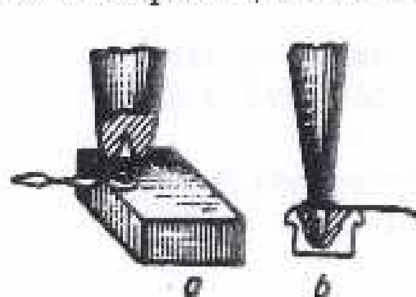


Fig. 128. Pregătirea indicatoarelor pentru montare.

Astfel la înlocuirea unui indicator se impune în majoritatea cazurilor fie mărirea, fie micșorarea găurii. Pentru micșorarea găurii din indicator se folosește poansonul de stringere (fig. 128, *a*), iar pentru mărirea găurii poansonul de lărgire (fig. 128, *b*). Indicatoarele se vor monta cu multă atenție folosindu-se un poanson special, iar forța de montare trebuie să fie orientată perfect vertical deoarece o mică componentă laterală poate să provoace ruperea fusurilor călite.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se obține un cuplaj cu fricțiune corespunzător între axul central și pinionul pătrar?
2. Ce defecte prezintă roțile mecanismului indicator? Dar cadranul?
3. Care sînt urmările unei montări greșite a indicatoarelor?

CAPITOLUL XVII

ASAMBLAREA CEASORNICULUI

Asamblarea ceasornicului reprezintă faza de lucru cea mai importantă și de răspundere cu care se încheie procesul de reparație. Uneori ceasornicele asamblate și montate în carcasă nu funcționează sau funcționează rău, oprindu-se, deși toate piesele au fost verificate, curățite, iar cele uzate sau rupte au fost înlocuite cu piese noi. Prin urmare în mecanism au apărut deficiențe serioase în timpul procesului de asamblare, care obligă pe ceasornicari să se ocupe de ele, să le găsească și să le înlăture.

La montare se vor respecta o serie de reguli.

La așezarea punților (podurilor) roților, arcurilor și a altor piese ale mecanismului este necesar să se controleze dacă există jocul necesar, dacă acțiunea arcului este suficient de puternică, dacă șuruburile sînt bine înșurubate și dacă nu au rămas nereparate deteriorări la vreuna dintre piesele mecanismului, neobservate la demontare. Acest al doilea control (primul a fost efectuat la demontare) este pe deplin justificat, scutindu-l pe ceasornicar de o nouă demontare.

Platina se fixează pe un inel suport corespunzător mărimii mecanismului. Mecanismul este ținut cu degetele arătător și cel mare ale mîinii stîngi pe acest suport în timp ce mîna dreaptă este ocupată cu montarea punților, înșurubarea șuruburilor, controlul jocurilor etc.

Se recomandă respectarea următoarei ordini de asamblare:

— introducerea arcului motor și axului motor în casetă, ungerea, fixarea capacului casetei;

— montarea pieselor mecanismului remontor;

— montarea casetei și a punții respective;

— montarea roții minutare (centrale) și a punții respective;

— montarea roților intermediare, secundare, a eșapamentului și a diferitelor punți (înainte de fixarea definitivă cu șuruburi, a unei punți oarecare pe platină, trebuie să se controleze dacă cepurile se află în găurile platinei și ale punții, respectiv în găurile pietrelor și numai după aceasta se string șuruburile pînă la refuz);

— montarea pinionului pătrar pe axul minutar;

— montarea roții remontoare, roții casetei și a clichetului;

— controlarea funcționării mecanismului remontor în poziția de armare și de reglare a indicatoarelor;
— fixarea în platină a plăcuței cu piatră pentru axul balansierului;
— fixarea ancorei și controlul interacțiunii ei cu roata eșapamentului;
— montarea compasului și a plăcuței cu piatră pe puntea balansierului;
— fixarea arcului spiral pe axul balansierului;
— fixarea pitonului (butucului) pe puntea balansierului și montarea arcului spiral între știfturile (respectiv cheia) compasului);
— introducerea uleiului în pietrele balansierului, ale ancorei, pe palete și în lagărele roților;
— montarea la locul lui a balansierului împreună cu puntea. Această operație este una din cele mai importante și trebuie executată cu multă atenție;
— verificarea jocului balansierului, verificarea preciziei de montare a arcului spiral;
— introducerea mecanismului în inelul carcasei și fixarea lui cu șuruburi;
— introducerea axului remontor cu coroana, fixarea și încercarea funcționării la reglarea indicatoarelor;
— verificarea amplitudinii oscilației balansierului, cu arcul motor răsucit cu 1—1,5 rotații;
— montarea roții orare, a cadranului și a indicatoarelor. La majoritatea ceasornicelor roata schimbătoare se montează o dată cu piesele mecanismului remontor;
— fixarea ramei de geam și a capacului carcasei;
— reglarea și verificarea preciziei funcționării ceasornicului.

Această ordine de bază la asamblarea ceasornicului poate suferi modificări parțiale, în funcție de construcția ceasornicului, numărul și forma punților și de alte particularități ale mecanismului. În privința ungerii, figura 129 indică felul uleiului și locul unde se folosește.

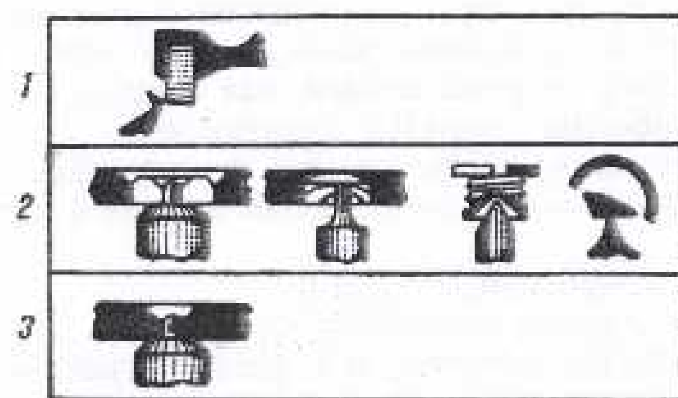


Fig. 129. Tablou de utilizare a uleiurilor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este succesiunea operațiilor de montare?

CAPITOLUL XVIII

VERIFICAREA PRECIZIEI DE FUNCȚIONARE A CEASORNICELOR

La verificarea preciziei mersului unui ceasornic reparat se poate porni numai după ce există certitudinea că întregul mecanism al ceasornicului este în bună stare, adică sistemul de roți și celelalte piese ale ansamblului format din eșapament și balansier se află într-o situație care este în conformitate cu cele indicate la capitolele respective. Dacă în mecanismul ceasornicului au fost trecute cu vederea unele nereguli (dezechilibrarea balansierului, montarea neprecisă a arcului spiral etc.) este absolut inutil să se înceapă verificarea preciziei mersului la acel ceasornic.

Verificarea preciziei mersului constă în fond în compararea indicațiilor ceasornicului cu cele date de un ceasornic etalon (de precizie ridicată). În acest scop ceasornicul de verificat se va arma complet și se compară indicația lui, după o funcționare de 24 h, cu cea a ceasului etalon (care trebuie să fie prevăzut neapărat cu indicator secundar).

În timpul în care ceasornicul este ținut sub observație se notează corecția ceasornicului, adică valoarea care trebuie adăugată indicațiilor ceasornicului pentru a se obține aceeași valoare cu valoarea indicată de ceasornicul etalon.

Valoarea corecției reprezintă diferența dintre valoarea citită de pe ceasornicul etalon și cea indicată de ceasornicul de verificat. Valoarea corecției se notează în momentul începerii verificării și apoi din 24 în 24 h.

Diferența dintre două corecții succesive se numește mersul zilnic. Mersul zilnic reprezintă deci valoarea cu care avansează sau întîrzie ceasornicul în 24 h.

Conform definiției corecției o valoare pozitivă a mersului zilnic indică o rămînere în urmă a ceasornicului iar valoarea negativă indică faptul că ceasornicul avansează.

Avînd în vedere faptul că ceasornicele portabile funcționează în cele mai diferite poziții, se impune ca verificarea să se efectueze în diferite poziții.

Aceste poziții sînt următoarele:

	Semnul convențional
cu cadranul în sus	· —
cu cadranul în jos	— ·
cu coroana remontoare în sus	⚲ (+ deasupra)
cu coroana remontoare în jos	♀
cu coroana remontoare înspre dreapta	O+
cu coroana remontoare înspre stînga	+O

Ceasornicele de calitate foarte bună se verifică în toate aceste poziții iar cele uzuale se verifică în primele patru poziții.

Verificarea funcționării ceasornicului în diferite poziții este necesară deoarece frecarea fusurilor, în special ale balansierului la ceasornicele aflate în poziție orizontală și verticală este diferită. Notîndu-se abaterile de mers în diferite poziții se va trage concluzia asupra cauzelor care le produc și se trece la eliminarea lor. Este evident că acest procedeu de verificare este greoi, necesită timp îndelungat mai ales dacă se ține seamă de faptul că după fiecare intervenție se repetă toată verificarea. La aceasta se mai adaugă și complicațiile care rezultă din necesitatea păstrării constante a temperaturii în timpul verificărilor.

Dacă mersul zilnic nu depășește $\pm 30 \ldots 40$ s, reglarea se face prin introducerea sau scoaterea unor rondele subțiri, care se află sub șuruburile roții oscilatoare, adică prin modificarea momentului de inerție, sau prin mutarea compasului de reglare, adică modificarea lungimii active a arcului spiral. Dacă însă abaterea înregistrată în 24 h este mai mare, se va modifica momentul de inerție prin înlocuirea șuruburilor de reglare la roata oscilatoare sau modificarea punctului de fixare a capătului arcului spiral în piton.

La ceasornicele de precizie aceste verificări în diferite poziții trebuie extinse pe o durată de cîteva zile (10—30 zile), în fiecare poziție urmînd a fi făcute în continuare verificări privind influența temperaturii și a altor factori asupra preciziei de funcționare. Aceste verificări speciale și de durată se efectuează în laboratoarele de metrologie.

În prezent există aparate electronice pentru verificarea ceasornicelor, care dau rezultate foarte bune în privința preciziei de funcționare și cu ajutorul cărora, prin operații simple și de durată extrem de redusă, se pot face toate verificările.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se execută verificarea preciziei de funcționare?
2. Care sînt pozițiile de funcționare și ce simbol au fiecare?

CAPITOLUL XIX

APARATE ELECTRONICE PENTRU REGLAREA ȘI CONTROLUL CEASORNICELOR

Progresul tehnic din ultimele decenii a permis construirea unor aparate pentru reglarea și controlul ceasornicelor, care ușurează foarte mult munca ceasornicarilor. Cu ajutorul lor se pot regla ceasornicele într-un

timp foarte scurt. Aparatele electronice au permis automatizarea proceselor de reglare în fabricarea ceasornicelor.

Aparatele de reglare se folosesc numai în fabricile producătoare de ceasornice, pe cînd aparatele de control se folosesc în fabrici, în ateliere de reparații cît și în magazinele mari specializate în desfacerea ceasornicelor.

A. APARATE PENTRU REGLARE

Principalele tipuri de aparate electronice pentru reglarea ceasornicelor sînt de tipul:

— balans — O — matic;
— superspiromatic;
— adjustomatic.

1. Aparatul balans — O — matic

Aparatul balans — O — matic este un aparat electronic complet automatizat pentru echilibrarea balansierului. Fără acest aparat balansierele se echilibrează în mod static, prin îndepărtarea materialului cu ajutorul unui burghiu. Acest mod de echilibrare este greoi, imprecis, cere mult timp și muncitori de înaltă calificare.

Aparatul balans — O — matic echilibrează dinamic balansierul cu turație ridicată, stabilește exact locul și cantitatea de material ce trebuie îndepărtat și îl îndepărtează automat printr-o singură frezare. Aparatul este deservit de un muncitor cu calificare redusă, care introduce și scoate balansierele din aparat.

2. Aparatul superspiromatic

Aparatul superspiromatic este un aparat care stabilește lungimea arcului spiral, pentru o frecvență de oscilație dată și îndoaie capătul arcului la lungimea stabilită.

Aparatul este prevăzut cu un oscilator etalon cu cuarț a cărui frecvență demultiplicată se compară cu frecvența de oscilație a balansierului introdus în aparat. Pentru ca această comparație să se poată face, se transformă oscilația mecanică a balansierului în oscilație electrică. Cele două capete ale arcului spiral sînt fixate (de balansier și între rolele aparatului) în plane diferite, astfel încît arcul are o formă tronconică și formează o armătură a unui condensator. Cealaltă armătură de aceeași formă este formată de capul de fixare al balansierului. În timpul oscilației arcul spiral

se apropie și se îndepărtează de acest cap și în acest fel capacitatea condensatorului variază cu frecvența de oscilație a balansierului. Capătul liber al arcului spiral se introduce între două role care se rotesc într-un sens sau altul, lungind sau scurtînd spiralul pînă cînd frecvența de oscilație a balansierului este cea stabilită.

3. Aparatul adjustomatic

Aparatul adjustomatic este un aparat asemănător cu cel descris anterior, care rotește compasul de reglare al ceasornicului într-un sens sau în celălalt pînă cînd balansierul montat în ceasornic oscilează cu frecvența stabilită. Și balansierele etalonate cu aparatul superspiromatic trebuie reglate după ce s-au montat în ceasornic deoarece spiralul nu se poate fixa întocmai în același punct în care a fost ținut în aparat la etalonare.

Aparatele descrise nu se folosesc în atelierele de reparat pentru că sînt scumpe și folosirea lor nu este justificată decît la reglarea în serie a ceasornicelor de același tip.

B. APARATE PENTRU CONTROL

Pentru controlul ceasornicelor se folosesc două tipuri de aparate electronice:

— ampliscopul;
— vibrograful.

1. Ampliscopul

Ampliscopul este un aparat electronic care măsoară în grade amplitudinea de oscilație a balansierului. Ceasornicul de examinat se așază pe un microfon care transformă sunetele produse de eșapament (tic-tacul) în impulsuri electrice care se amplifică și se aplică unui osciloscop catodic al cărui spot luminos descrie o oscilogramă pe ecranul aparatului.

Cu ajutorul unui comutator se poate obține oscilograma normală a eșapamentului (fig. 130, *a*), oscilograma despărțită la intrare și la ieșire (fig. 130, *b*) și oscilograma de măsurare a elongației (fig. 130, *c*) pe o scală dată a ecranului. De pe oscilogramă se pot observa anumite defecte în funcționarea eșapamentului. Ampliscopul este prevăzut cu un mic difuzor cu care se pot asculta sunetele din eșapament, amplificate. Unele aparate sînt prevăzute cu un dispozitiv de înregistrare pe o bandă de hîrtie a oscilogramei. De pe o astfel de oscilogramă se poate observa variația amplitudinii în timp și de aici se pot deduce anumite defecte în angrenaj.

Ampliscopul se folosește numai în fabricile constructoare de ceasornice și foarte rar în atelierele de reparat.

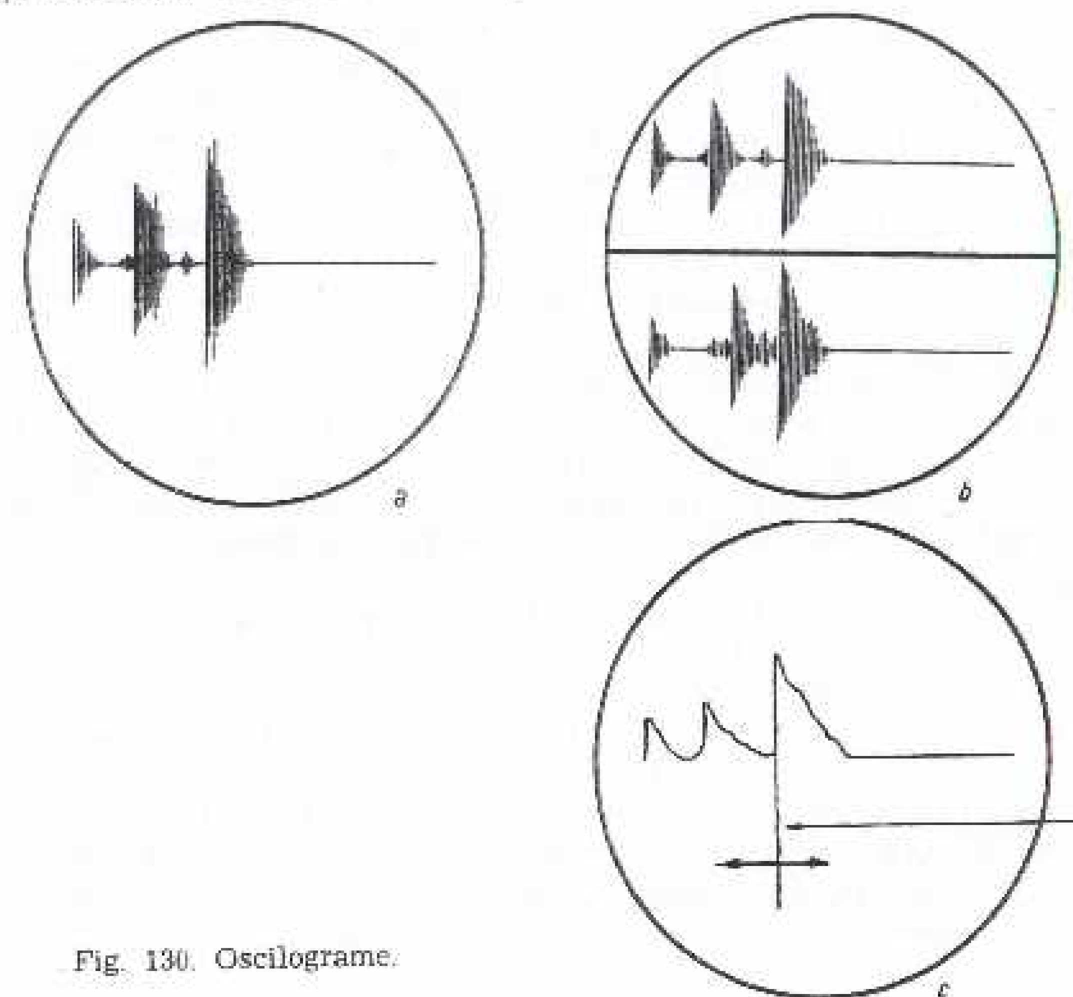


Fig. 130. Oscilograme.

2. Vibrograful

Vibrograful este cel mai răspîndit și mai util aparat pentru verificarea ceasornicelor. El se folosește în fabricile de ceasornice, în atelierele de reparat cît și în magazinele specializate în desfacerea ceasornicelor. Cu ajutorul vibrografului se poate determina precizia de mers a ceasornicelor și se pot depista o serie de defecte de funcționare.

a. **Principiul de funcționare.** Vibrograful compară frecvența de oscilație a ceasornicului cu frecvența etalon a unui generator cu cristal de cuarț. Rezultatul se înregistrează pe o bandă de hîrtie.

Vibrograful se compune din trei părți principale reprezentate schematic în figura 131:

— etalonul de timp constituit din generatorul cu cristal de cuarț *1*, demultiplicatorul de frecvență *2* și amplificatorul *3*;
— dispozitivul de înregistrare compus din microfonul *4*, amplificatorul *5* și releul *6*;
— dispozitivul de comparare compus din motorul sincron *7*, electromagnetul *8*, mecanismul de avans pentru banda de hîrtie *9* și cel pentru panglica de imprimare *10*.

Generatorul cu cristal de cuarț are o anumită frecvență de oscilație de o constanță foarte mare care este demultiplicată, obținîndu-se cîteva trepte de frecvență uzuale în ceasornicărie. Tensiunea furnizată de oscilatorul de cuarț este amplificată în amplificatorul *3* și folosită pentru

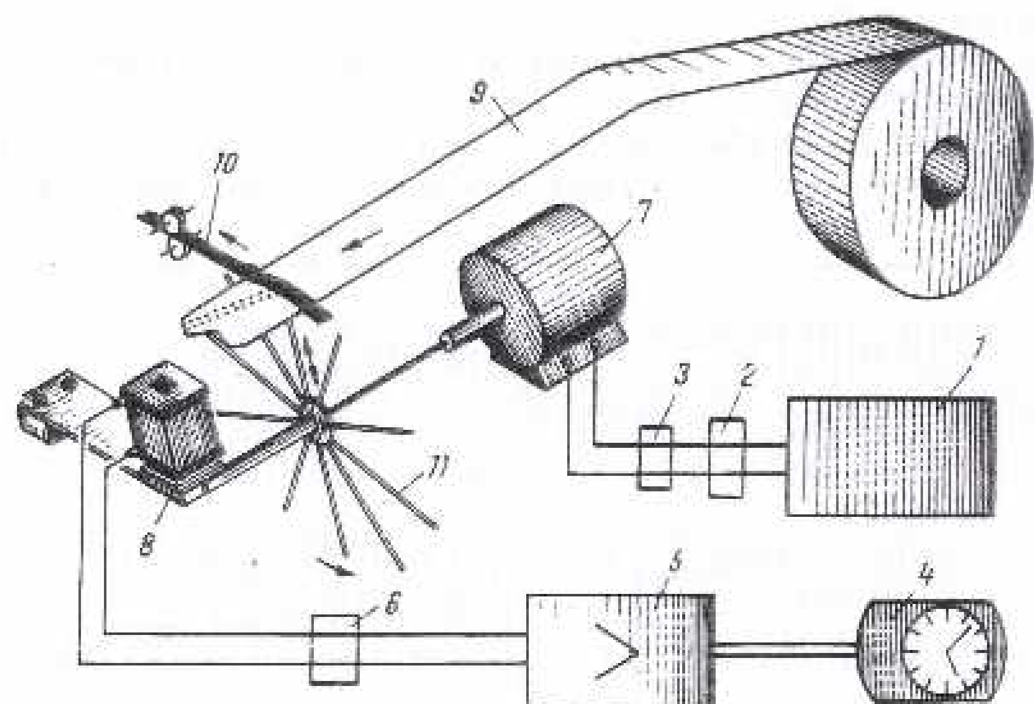


Fig. 131. Schema vibrografului.

alimentarea motorului sincron 7, care antrenează cu o turație riguros constantă, steaua de imprimare *11* și rola de avans pentru banda de hîrtie *9* și panglica de imprimare *10*.

Ceasornicul de verificat se așază pe microfon (la ceasornicele mari, deșteptătoare, de perete etc. microfonul se prinde de ceasornic cu o clemă) care transformă sunetele produse de eșapament în impulsuri electrice. Aceste impulsuri, amplificate, acționează asupra unui releu (tiratron) care comandă electromagnetul *8*. La fiecare tic-tac al ceasornicului armătura electromagnetului ridică steaua astfel încît unul dintre vîrfurile ei apasă pentru o fracțiune de secundă banda de hîrtie pe panglica de imprimare, imprimînd un mic punct de bandă.

Dacă frecvența ceasornicului coincide cu frecvența etalon, steaua va fi totdeauna în aceeași poziție față de direcția de înaintare a benzii, iar punctele imprimate pe aceasta vor fi toate egal distanțate față de majorarea benzii (fig. 132-*1*).

Dacă ceasornicul grăbește, cele două linii punctate, corespunzător celor două sensuri de oscilație ale balansierului, vor fi înclinate spre dreapta (fig. 132-*2*). Cu cît ceasornicul grăbește mai mult cu atît liniile punctate vor fi mai înclinate. Același lucru este valabil și cînd ceasornicul întîrzie, cu deosebire că liniile vor fi înclinate spre stînga (fig. 132-*3*).

Cu ajutorul unei scale transparente se poate citi direct cu cîte secunde grăbește sau întîrzie în 24 h ceasornicul examinat.

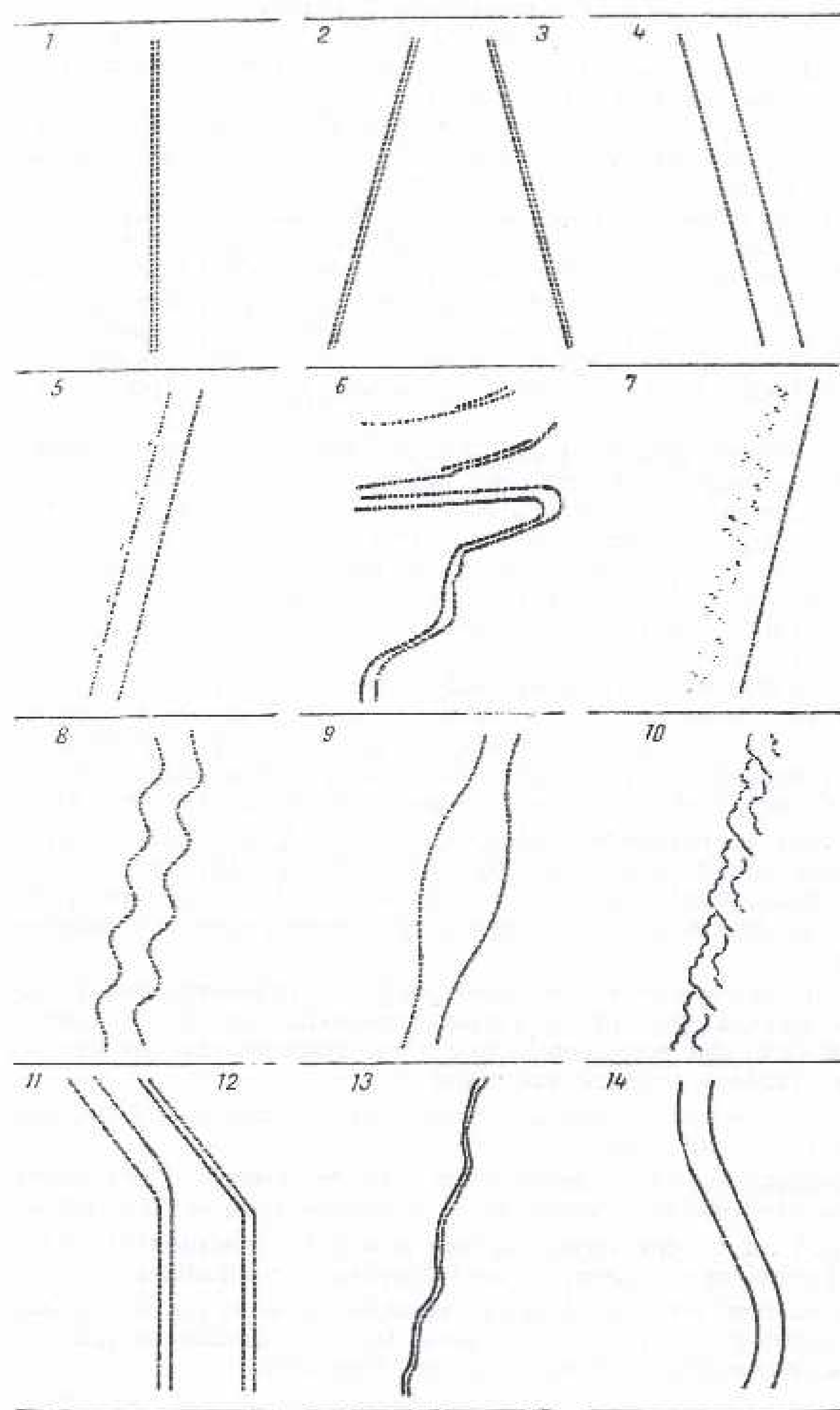


Fig. 132. Vibrograme.

b. **Interpretarea diagramei vibrografului.** Diagrama vibrografului (vibrogame) este formată din cele două linii punctate tipărite pe banda de hîrtie. În afară de precizia mersului vibrograma indică multe alte aspecte legate de funcționarea corectă a ceasornicului.

1) *Mersul precis* (fig. 132-*1*) se caracterizează prin una sau de cele mai multe ori două linii punctate paralele cu banda de hîrtie. Distanța vibrogramei de marginea benzii nu prezintă importanță.

2) *Grăbirea și întîrzierea* (fig. *132-2, 3*) sînt indicate de înclinarea vibrogramei. Înclinarea spre dreapta înseamnă grăbirea și înclinarea spre stînga întîrzierea ceasului. Valoarea exactă a devierii momentane în 24 h se poate citi pe o scală în secunde sau minute. Reglarea ceasornicului se face manual cu ajutorul compasului. Se recomandă ca ceasornicele portabile să fie verificate în diferite poziții, cu arcul jumătate desfășurat, deoarece în timpul funcționării, pe brațul posesorului, ele ocupă diverse poziții.

3) *Semiperioade inegale* (șchiopătatul) se caracterizează prin distanță mare între cele două linii punctate (fig. 132-*4*).

Pentru remediere se corectează poziția de repaus a balansierului prin rotirea butucului arcului spiral pe axul balansierului.

4) *Un dinte al roții eșapamentului este deteriorat.* În acest caz o linie a vibrogramei este neregulată (fig. 132-*5*). Această neregularitate se repetă la fiecare al cincisprezecelea punct. Ea poate să apară pe ambele linii ale vibrogramei.

Pentru remediere se înlocuiește roata eșapamentului.

5) *Știftul balansierului lovește în furcă.* Vibrograma este în general în trepte (fig. 132-*6*). Dacă vibrograma are porțiuni normale și porțiuni în trepte înseamnă că știftul balansierului nu lovește încontinuu furca.

Pentru remediere se înlocuiește arcul motor cu unul mai slab.

6) *Defecte de eșapament.* Vibrograma constă dintr-o linie normală și din puncte așezate dezordonat (fig. 132-*7*). Aceasta înseamnă că eșapamentul funcționează numai pe o parte corect (intrare sau ieșire). În acest caz se examinează știftul (paleta) de ridicare, ancora și unghiul de repaus.

7) *Roata eșapamentului are bătaie radială.* Vibrograma constă din două linii ondulate (fig. 132-*8*). Perioada ondulației este de 15 puncte. Dacă ondulațiile sînt neregulate, atunci roata eșapamentului are un joc radial mare (lagărele și furcile sînt uzate).

Pentru remediere se înlocuiește roata (cînd aceasta are bătaie) sau axul (cînd furcile sînt uzate).

8) *Elongația oscilației balansierului este inconstantă.* Vibrograma arată două linii care se îndepărtează și se apropie între ele (fig. 132-*9*).

În acest caz se examinează lagărele și fusurile balansierului, ungerea și în general toate elementele care influențează amplitudinea.

9) *Balansierul primește impulsuri variabile.* În acest caz vibrograma este neregulată (fig. 132-*10*). Transmiterea forței la balansier se face defectuos datorită murdăriei, lipsei de ulei sau altor cauze.

Pentru remediere se curăță complet mecanismul, se unge, se demagnetizează și se examinează cu atenție angrenajul.

10) *Defectul de izocromism* se caracterizează printr-o vibrogramă care își schimbă direcția cînd ceasul își schimbă poziția sau cînd se armează arcul motor (fig. 132-*11*). Defectul de izocromism poate să apară atunci cînd arcul spiral are un joc prea mare în compas.

Remedierea acestui defect este foarte dificilă. Se controlează jocul spiralului în compas, starea furcilor balansierului, starea lagărelor, ungerea și funcționarea eșapamentului.

11) *Balansierul neechilibrat* produce o vibrogramă care își schimbă direcția imediat cînd ceasornicul dintr-o poziție verticală este rotit cu

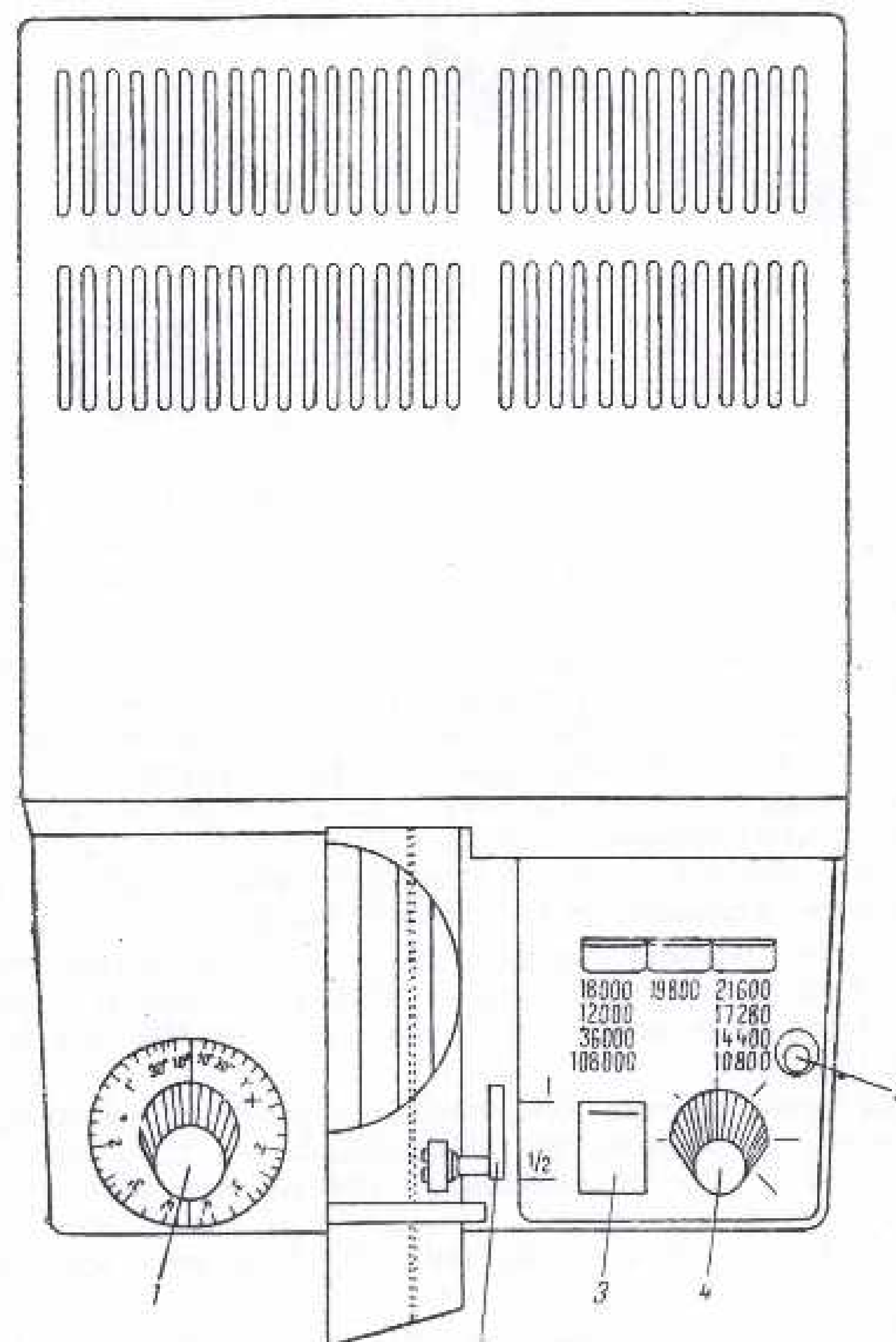


Fig. 133. Manipularea vibrografului.

180° (fig. 132-12). În acest caz se echilibrează balansierul sau se înlocuiește cu unul nou echilibrat.

12) *Jocurile mari în lagărele eșapamentului* și defectele de angrenare produc o vibrogramă ondulată neregulat (fig. 132-13). Se controlează jocurile și roțile dințate. Fusurile uzate și roțile defecte se înlocuiesc.

13) *Transmiterea neregulată a forței* în mecanismul de transmisie produce o vibrogramă cu ondulații mari (fig. 132-14). Pentru a se putea depista locul defectului în angrenaj se recomandă să se înregistreze o vibrogramă lungă, cu viteză redusă a benzii. Cunoscîndu-se perioada ondulației se poate deduce locul defectului. În orice caz se recomandă demontarea mecanismului, curățirea și ungerea lui. Se vor controla jocurile în lagăre și starea dinților elementelor dințate. Piesele defecte se vor înlocui.

c. **Domeniul de utilizare a vibrografului.** Cu ajutorul vibrografului se pot controla toate tipurile de ceasornice (de perete, deșteptătoare, de mînă, cu eșapamentul tip ancoră, Roskopf, cilindru, electronice etc.).

Pentru controlul ceasornicelor electrice microfonul obișnuit se va înlocui cu un microfon inductiv, iar pentru controlul ceasornicelor cu diapazon mai este necesar un aparat suplimentar.

Vibrograful este prevăzut cu un difuzor pentru a putea asculta sunetele amplificate produse în ceasornic în timpul funcționării.

d. **Manipularea vibrografului B 100 de fabricație elvețiană.** Dacă s-a așezat ceasornicul de verificat pe microfon se pune vibrograful în funcțiune prin rotirea butonului *4* spre dreapta, momentul în care se aprinde lampa de control *5*, (fig. 133). După vreo 15 s, timpul necesar pentru încălzire, se apasă una din clapele corespunzătoare frecvenței de oscilație a ceasornicului. Se fixează pîrghia *2*, care produce avansul benzii pe poziția 1 sau 1/2 și se apasă butonul *3* pînă cînd banda începe să înainteze. Cu ajutorul butonului *4* se poate obține amplificarea dorită.

Cu ajutorul butonului *1* se rotește scara transparentă pînă cînd marcajul scării este paralel cu vibrograma. În această poziție se citește precizia de mers a ceasornicului în secunde sau minute în 24 h.

Cînd pîrghia *2* se află în poziția 1/2 (viteza redusă a benzii) valoarea citită pe scară trebuie dublată pentru a se obține o precizie reală.

Pentru a se opri imprimarea vibrogramei se apasă ușor pe butonul *3*.

Pentru a se obține o vibrogramă corectă, aparatul se va instala într-o încăpere fără trepidații și zgomote.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce aparate se folosesc pentru reglarea ceasornicelor?
2. Care sînt aparatele pentru controlul ceasornicelor?
3. La ce se folosește ampliscopul?
4. Care este principiul de funcționare al vibrografului?
5. Ce defecte ale ceasornicului se pot deduce din vibrogramă?
6. Ce ceasornice se pot verifica cu vibrograful?
7. Cum se verifică ceasornicele cu vibrograful?

PARTEA A DOUA

Cronometrul și cronograful

CAPITOLUL I

EȘAPAMENTUL DE CRONOMETRU

1. Generalități

Cuvîntul cronometru se compune din două cuvinte ce provin din limba greacă: cronos = timp și meter = a măsura. Cronometrare ar însemna deci măsurarea timpului. De fapt fiecare ceasornic este un instrument sau aparat pentru măsurarea timpului, însă în specialitatea de ceasornicărie se numește cronometru numai acel ceasornic care este prevăzut cu un eșapament de tip cronometru.

Pentru a se obține rezultatele cele mai bune este necesar ca întregul mecanism de roți dințate al ceasornicului (cronometrului) să fie astfel executat încît să satisfacă cerințele cele mai înalte privind calitatea, deoarece precizia de mers a ceasornicelor nu depinde numai de eșapament, ci de toate elementele componente inclusiv arcul motor.

La toate eșapamentele descrise anterior, balansierul primește un impuls în ambele sensuri de oscilație, pe cînd eșapamentul de cronometru este astfel construit încît balansierul primește un impuls numai într-un singur sens, iar oscilația în celălalt sens se face fără impuls. Această rezolvare prezintă următoarele avantaje, foarte importante pentru obținerea unei precizii mari de măsurare:

— utilizarea la maximum de către eșapament a forței disponibile;

— efectuarea unui lucru mecanic minim de către balansier la eliberarea eșapamentului;

— transmiterea forței direct asupra balansierului în sensul de rotație a roții eșapamentului, dar fără o inversare ca în cazul ancorei;

— unghiul de oscilaţie atinge valori maxime.

Cronometrul de marină serveşte la verificarea cronometrelor portabile şi cronografelor ca ceas etalon.

2. Tipuri constructive

Există două variante fundamentale ale eşapamentului de cronometru:

— eşapamentul de cronometru cu arc de aşezare;

— eşapamentul de cronometru cu pîrghie de aşezare.

a. **Eşapamentul de cronometru cu arc de aşezare** (fig. 134). Roata eşapamentului *10* de alamă este prevăzută cu dinţi de forma arătată în figură. Arcul de aşezare *6* executat din OL este fixat de suportul *9* prin intermediul pieselor *7* şi *8*. Partea arcuitoare *7* se compune din două lame subţiri asemănătoare suspensiei pendulului. În partea îngroşată a arcului *6* se fixează o piatră *4*, numită piatra de aşezare, al cărei plan de tăiere are o anumită înclinaţie faţă de direcţia radială a roţii.

De arcul de aşezare *6* se fixează un arc subţire de eliberare *5* care este executat uneori din aur. Acesta se sprijină pe un cîrlig cu care se termină piesa *6*. La această extremitate grosimea arcului de eliberare este de obicei mai mare decît la punctul de fixare şi este cuprinsă între

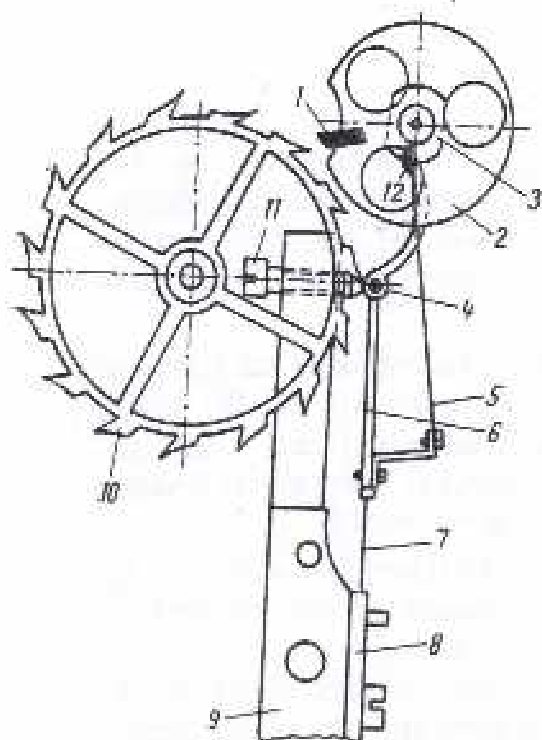


Fig. 134. Eşapamentul de cronometru cu arc de aşezare.

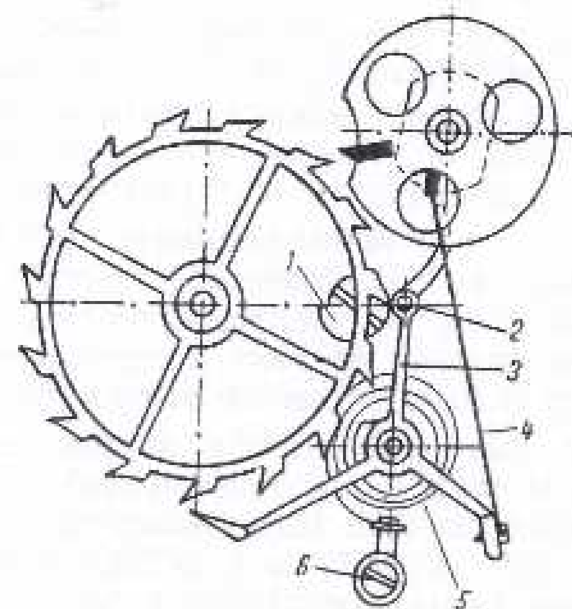


Fig. 135. Eşapamentul de cronometru cu pîrghie de aşezare.

0,03 şi 0,07 mm. Şurubul limitator *11* serveşte la reglarea adîncimii de pătrundere a pietrei de aşezare în interiorul circumferinţei exterioare a roţii eşapamentului. Pe axul balansierului sînt aşezate rola de impuls (rola mare) *2* şi rola de eliberare *3*. Pe rola de impuls este fixată paleta

de impuls *1*. În rolă sînt practicate nişte orificii care au drept scop reducerea greutăţii. În rola de eliberare este fixată piatra de eliberare *12*.

Acest eşapament se foloseşte de obicei la cronometrele de marină.

b. **Eşapamentul de cronometru cu pîrghie de aşezare** (fig. 135). Pîrghia *3* are o axă de rotaţie faţă de care este echilibrată. Pe axul pîrghiei este aşezat arcul spiral *5*, al cărui capăt interior este fixat de pîrghie, iar capătul exterior se prinde de un butuc fix *6*. Acest arc apasă pîrghia pe punctul de sprijin al excentricului *1*, cu ajutorul căruia se poate regla adîncimea de pătrundere a pietrei de aşezare *2* — în interiorul circumferinţei roţii eşapamentului.

Pîrghia de aşezare are trei braţe: într-unul este fixată piatra de aşezare, de celălalt braţ este fixat arcul de eliberare *4*, iar braţul al treilea este destinat asigurării roţii eşapamentului, pentru ca aceasta să nu se poată roti cînd balansierul este demontat (scos) împreună cu rolele.

Acest fel de eşapamente se folosesc la cronometrele de buzunar.

3. Funcţionarea eşapamentului de cronometru

În figura 136 sînt reprezentate cinci poziţii succesive de funcţionare a eşapamentului.

În poziţia *I*, balansierul împreună cu rola de impuls şi de eliberare se mişcă complet liber în sensul indicat spre poziţia mijlocie sau de eliberare, parcurgînd unghiul suplimentar. Dintele roţii eşapamentului se sprijină pe piatra de aşezare şi roata este ţinută de aceasta în repaus.

În poziţia a *II*-a este arătat momentul în care piatra de eliberare atinge arcul de eliberare. Piatra de eliberare este în contact cu arcul de eliberare pînă cînd balansierul ajunge în poziţia mijlocie. În acel moment piatra de eliberare apasă asupra arcului de eliberare şi acesta, fiind fixat de pîrghie, obligă pîrghia să se rotească. Astfel se va elibera roata eşapamentului.

Poziţia a *III*-a fixează momentul în care roata eşapamentului este deja eliberată. Ea se va roti liber cu unghiul α_1, adică pînă cînd dintele *3* cade pe suprafaţa funcţională a paletei de impuls. În momentul în care dintele *3* atinge paleta de impuls, începe procesul de transmitere a impulsului.

În poziţia a *IV*-a procesul de transmitere a impulsului continuă. Dintele *3* mai alunecă pe suprafaţa de lucru a paletei de impuls. În clipa în care piatra de eliberare eliberează arcul de eliberare pîrghia, sub acţiunea arcului spiral, se întoarce în poziţia din care a plecat, adică pătrunde în interiorul circumferinţei exterioare a roţii eşapamentului.

După ce dintele *3* părăseşte piatra de impuls, dintele *2* cade pe suprafaţa pietrei de aşezare; roata eşapamentului se va opri, iar balansierul va parcurge unghiul suplimentar spre dreapta faţă de poziţia de echilibru.

În poziţia a *V*-a, la mişcarea balansierului în sens antiorar pîrghia de aşezare şi roata eşapamentului rămîn nemişcate (fixe), iar arcul de eliberare, în momentul de întîlnire a lui cu piatra de eliberare şi anume

cu fața posterioară a acestuia, se va îndoi spre stînga, ca ulterior, după ce a ieșit de sub acțiunea pietrei de eliberare, să revină în poziția inițială.

Întrucît acest arc este extrem de subțire și slab, balansierul va consuma o energie extrem de mică pentru a produce îndoirea arcului. În acest fel balansierul va primi un impuls numai dacă oscilează în sens antiorar.

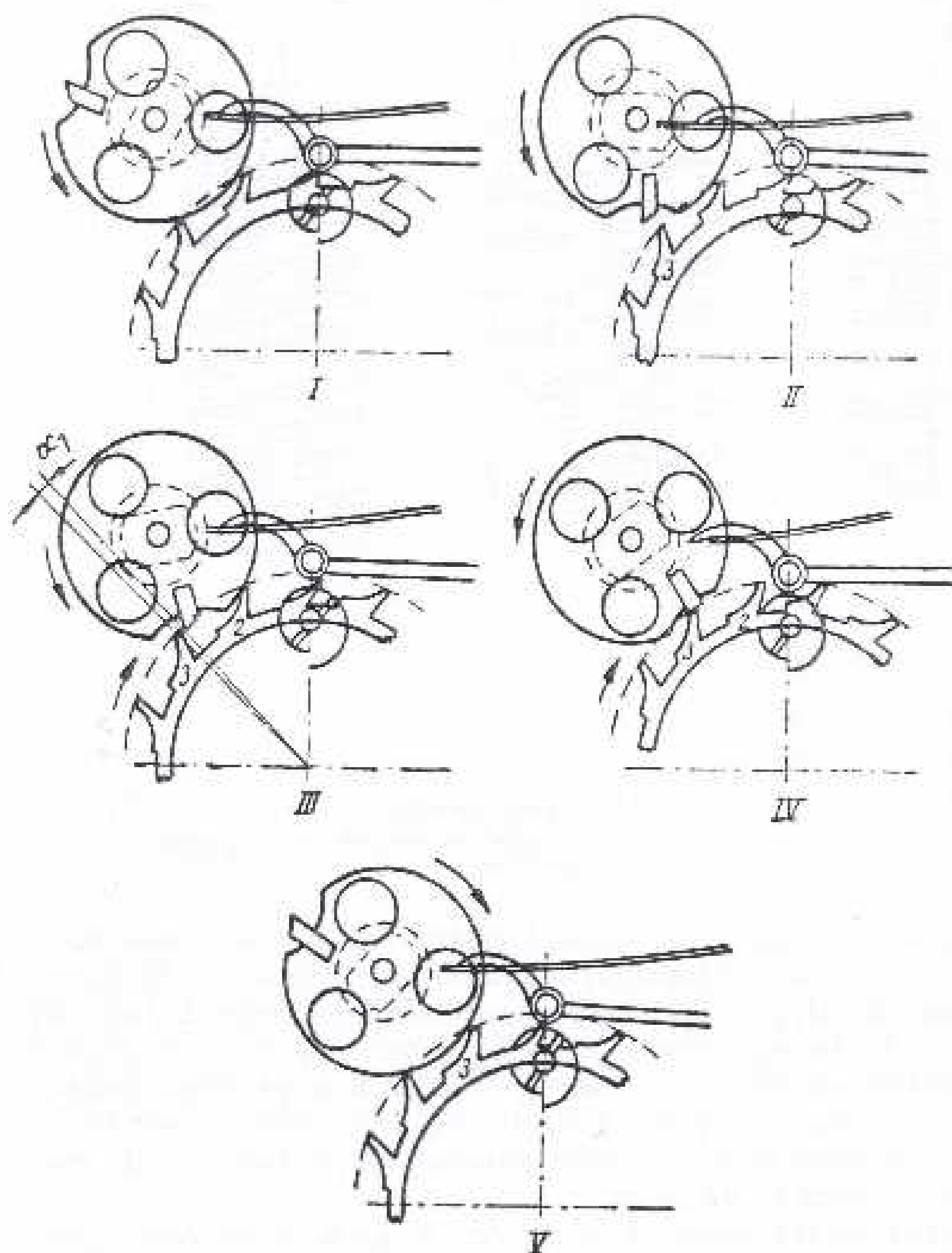


Fig. 136. Funcționarea eșapamentului de cronometru.

Această oscilație se numește oscilație de lucru spre deosebire de oscilația de mers în gol sau moartă, întrucît la această oscilație roata eșapamentului rămîne imobilă. Oscilația de mers în gol a balansierului este practic liberă în timp ce oscilația de lucru a balansierului este liberă numai pe perioada în care acesta parcurge unghiul suplimentar.

Mișcarea neliberă a balansierului se determină cu ajutorul unghiului de impuls care reprezintă circa 40°. Dacă amplitudinea de oscilații este de circa 220—270°, balansierul, în timpul perioadei, va parcurge un unghi de circa 1 000°. Rezultă deci că aproximativ 4% din oscilația balansierului nu este liberă și pentru circa 96% din drumul său balansierul va oscila liber.

La eșapamentul de cronometru, în timpul funcționării, se vor produce lovituri însoție de zgomote (asemănătoare acelora care au loc la un eșapament ancoră). În timpul mișcării de lucru a balansierului se va produce o lovitură a pietrei de eliberare de pîrghia (arcul) de așezare.

Ca rezultat al acestei lovituri pîrghia de așezare va avea o viteză mai mare decît cea a știftului balansierului (care și-a pierdut o parte din viteză). Pîrghia de așezare de îndată ce primește această lovitură o va transmite instantaneu roții eșapamentului. În acest fel lovitura a 2-a se va produce între piatra de așezare și dintele roții eșapamentului care se sprijină pe această piatră, iar rola se va roti puțin înapoi. Lovitura a 3-a se va produce între piatra de eliberare și pîrghia de așezare care a pierdut din viteză în clipa în care s-a produs lovitura a 2-a. În sfîrșit, la mișcarea balansierului în sens contrar se va produce lovitura pietrei de eliberare asupra arcului de eliberare. După aceasta roata eșapamentului va cădea pe piatra de așezare producînd încă o lovitură.

4. Dezavantajele eșapamentului de cronometru

1) *Oprirea în poziția de așezare*. Dacă cronometrul se oprește datorită unei cauze oarecare, el nu va reîncepe să meargă în clipa în care cauza a fost îndepărtată. Pentru a-l pune în funcțiune trebuie să se deplaseze balansierul din poziția lui de echilibrare și să fie eliberat.

2) *Galoparea* ia naștere cînd, ocazional, anumite șocuri sau impulsuri prea puternice măresc elongația de oscilație a balansierului peste 360° (într-un sens). Avînd o astfel de elongație, piatra de eliberare va elibera de două ori rola eșapamentului pentru o perioadă (pentru o oscilație completă). Ca urmare a acestui fapt, indicația cronometrului va fi incorectă deoarece în timpul unei oscilații de lucru, balansierul va forma un număr dublu de impulsuri, adică două, ceea ce menține o elongație prea mare și în continuare.

3) *Pornirea neprevăzută* (adică nu la timpul sau momentul pornirii cronometrului) eventual din cauza unui șoc brusc este al treilea dezavantaj.

5. Comparația între cele două tipuri de eșapament de cronometru

Eșapamentul de cronometru cu arc de așezare are avantajul unei frecări minime și constante în mișcarea arcului de așezare (lipsește axul). Acest fapt asigură o mare precizie de funcționare a cronometrului.

Dezavantajele acestui tip sînt:

— dificultatea executării arcului de așezare dintr-o singură bucată de oțel;

— dezechilibrul arcului de așezare face eșapamentul sensibil la șocuri, provocînd eventual o pornire necomandată;

— dezechilibrul arcului de așezare face ca elongația oscilației să depindă de poziția arcului, în măsura în care greutatea acestuia va ajuta sau va împiedica mișcarea roții eșapamentului.

Datorită frecării minime, acest tip de eșapament se folosește la cronometrele cele mai precise și anume la cronometrele de marină sau masă.

Cronometrul de marină se fixează într-o casetă care asigură o suspensie bună și în același timp asigură o poziție orizontală a cadranului. Pentru a funcționa cu precizie cronometrul trebuie păstrat în poziție constantă și ferit de șocuri.

Varianta a doua (cu pîrghie de așezare) se caracterizează prin aceea că datorită echilibrării pîrghiei de așezare se obține o anumită insensibilitate față de șocuri și o schimbare a poziției cronometrului.

Dezavantajele acestui eșapament constau într-o frecare prea mare din cauza prezenței axului pîrghiei de așezare. Din această cauză eșapamentul cu pîrghie de așezare nu poate asigura precizia dată de eșapamentul cu arc de așezare.

Eșapamentul cu pîrghie de așezare este folosit la cronometrele de buzunar care nu pot fi protejate în mod absolut contra șocurilor. În condițiile transportului în buzunar ele nu dau rezultate mai proaste decît ceasornicele ancoră de calitate superioară.

Eșapamentele de cronometru nu pot fi folosite la ceasornicele de buzunar întrucît ele sînt lipsite de dispozitivele de siguranță cu care sînt prevăzute eșapamentele ancoră.

6. Considerații generale privind cronometrele

În mod normal roata eșapamentului are și în acest caz 15 dinți. Raportul de transmisie între axa secundarului și roata eșapamentului depinde de perioada de oscilație a balansierului. La cronometrele de marină și de masă perioada de oscilație este de 0,5 s sau de 6/13 s. La cronometrele de buzunar perioada de oscilație este de 0,4 s. Trebuie însă subliniat că, deoarece impulsul se transmite într-un singur sens, perioada de oscilație corespunde unei oscilații complete în ambele sensuri și nu unei semioscilații (cazul ceasornicelor descrise pînă aici).

Cronometrul de marină este echipat cu un arc elicoidal (fig. 137) în locul obișnuitului arc spiral. Între cele două dimensiuni ale secțiunii sale l și h, trebuie să se respecte următoarea proporție:

$$\frac{l}{h} = \frac{3}{5}$$

Arcul de obicei are 12 spire inclusiv curbele terminale. În anumite situații se vor întîlni și arcuri cu 11 sau 13 spire. În cazuri cu totul ex-

cepționale din lipsă de spațiu se mai poate utiliza și un arc cu 10 spire. Diametrul de înfășurare exterior al arcului este circa 1/3 din diametrul balansierului. Din figură rezultă că arcul se destinde și se înfășoară asimetric în schimb își păstrează poziția verticală, lucru care prezintă o importanță deosebită.

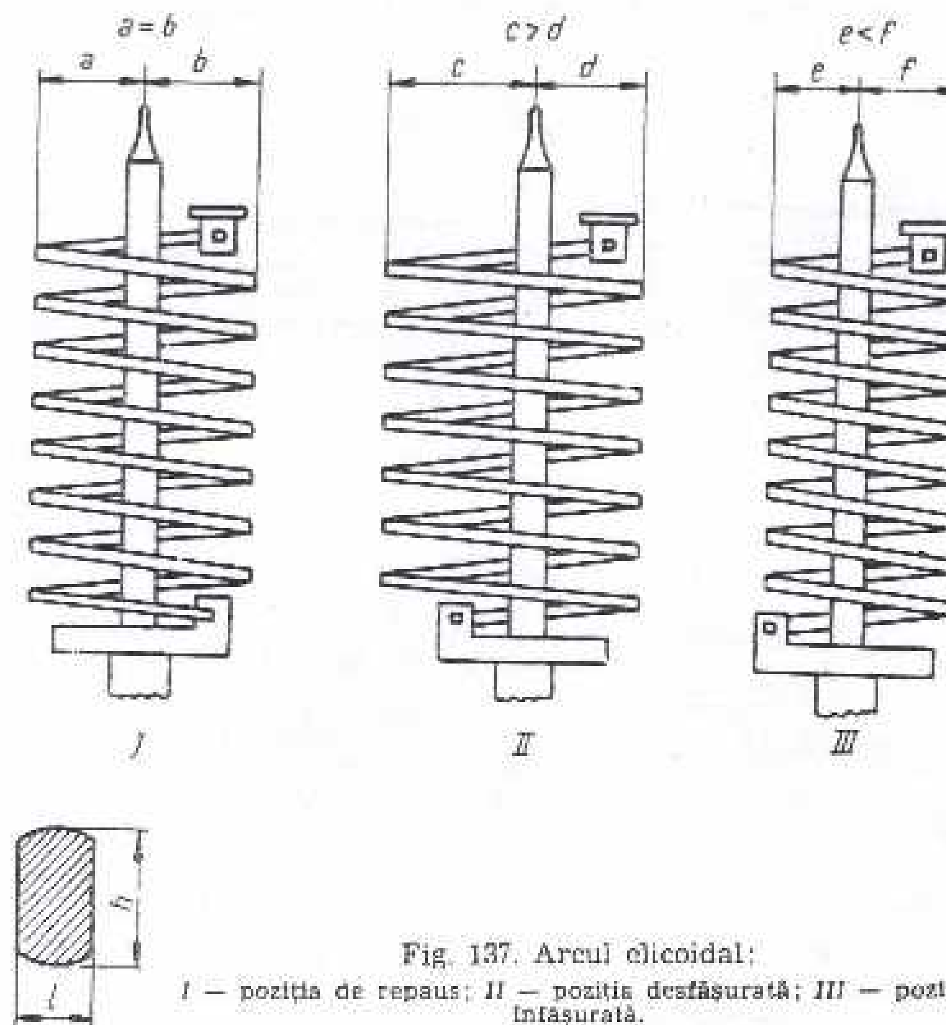


Fig. 137. Arcul elicoidal:
I — poziția de repaus; II — poziția desfășurată; III — poziția înfășurată.

Pentru a se obține o precizie de funcționare ridicată a cronometrelor de marină este necesar un moment motor cît mai constant. Mecanismul motor special din figura 138 compensează variația forței arcului în timpul destinderii. Pe caseta arcului *2*, ce se poate roti în jurul axului central, este înfășurat un lănțișor *3*, care se înfășoară și pe piesa tronconică *1* prevăzută cu canale elicoidale montate rigid pe axul de armare *4*. Pe acest ax este montată mobil și roata motoare, prevăzută cu un mecanism cu clichet cu moment ajutător.

La armare prin rotirea axului *4* se va roti și piesa tronconică. Lănțișorul se va înfășura pe această piesă desfășurîndu-se de pe casetă. Prin rotirea casetei arcul motor se armează. În timpul funcționării lănțișorul se desfășoară de pe piesa tronconică și se înfășoară pe exteriorul casetei.

Se observă că la starea complet armată, cînd forța arcului este maximă aceasta transmite prin lănțișorul piesei tronconice în zona în care raza (respectiv brațul) este minimă. Dimpotrivă cînd arcul este aproape desfășurat, forța lui fiind mică, aceasta se transmite piesei

tronconice prin lănţişor în zona în care raza (braţul) este maximă. Prin alegerea corectă a legii de variaţie a razei piesei tronconice se poate obţine un moment motor constant.

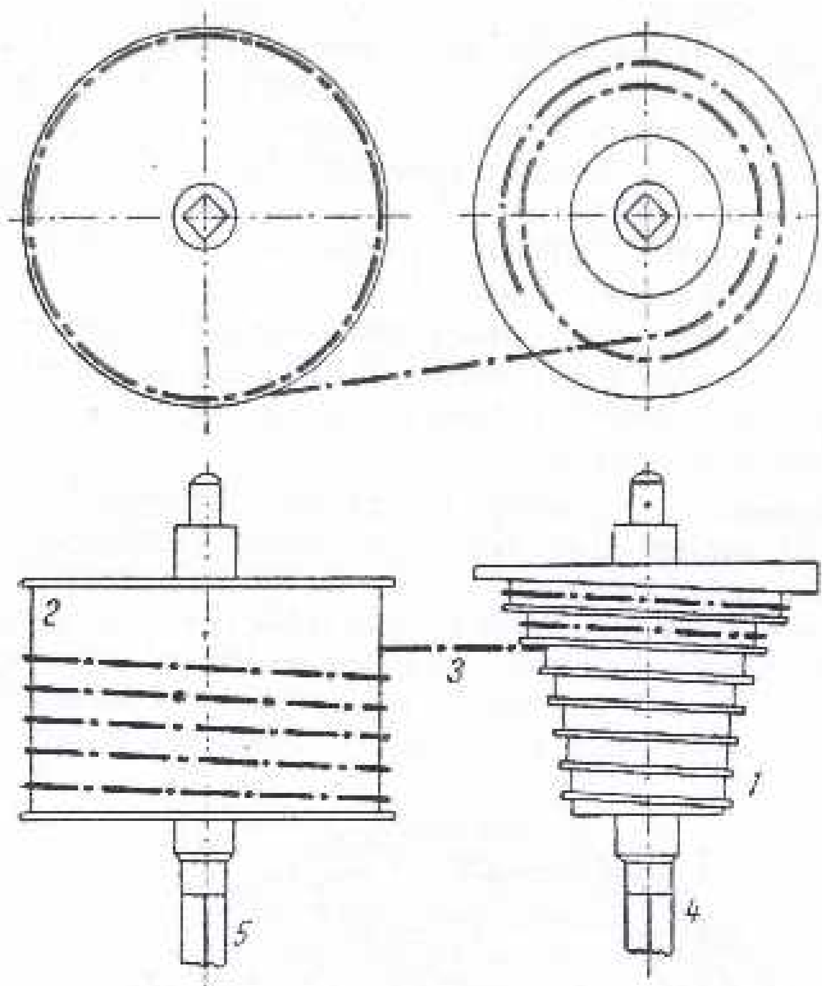


Fig. 138. Mecanismul motor al cronometrelor de marină.

Trebuie menţionat că cronometrele de marină sînt prevăzute şi cu un dispozitiv de limitare a zonei de utilizare a arcului fie cu cruce de Malta, roţi dinţate etc. Acest dispozitiv se reglează cu ajutorul axului 5 pe care se roteşte caseta.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Prin ce se caracterizează eşapamentul de cronometru şi ce avantaje prezintă?
2. Care sînt părţile componente ale eşapamentului de cronometru cu arc de aşezare?
3. Dar ale celui cu pîrghie de aşezare?
4. Descrieţi funcţionarea eşapamentului de cronometru!
5. Comparaţi cele două tipuri de eşapamente!
6. Prin ce se caracterizează balansierul cronometrului de marină?

CAPITOLUL II

CRONOGRAFUL

Prin cronograf se înţelege un mecanism de ceasornic, prevăzut cu un mecanism suplimentar care este în stare să măsoare intervalele mai mari sau mai mici de timp cu o precizie destul de ridicată.

1. Cronograful obişnuit

Cronograful obişnuit numit şi ceasornicul cronometru este în principiu un ceasornic de buzunar sau de mînă, echipat cu un mecanism anexă care să-i permită în afara indicării permanente a timpului şi măsurarea unor intervale scurte de timp. Pentru a permite citirea acestor intervale de timp cadranul unui cronograf trebuie să prezinte diviziări suplimentare. În figura 139 este reprezentat un astfel de cadran. Indicatorul secundar periferic (mic) din stînga va înregistra secundele aferente mersului normal al ceasornicului, adică are o legătură cinetică obişnuită cu indicatorul minutar (central) şi cel orar.

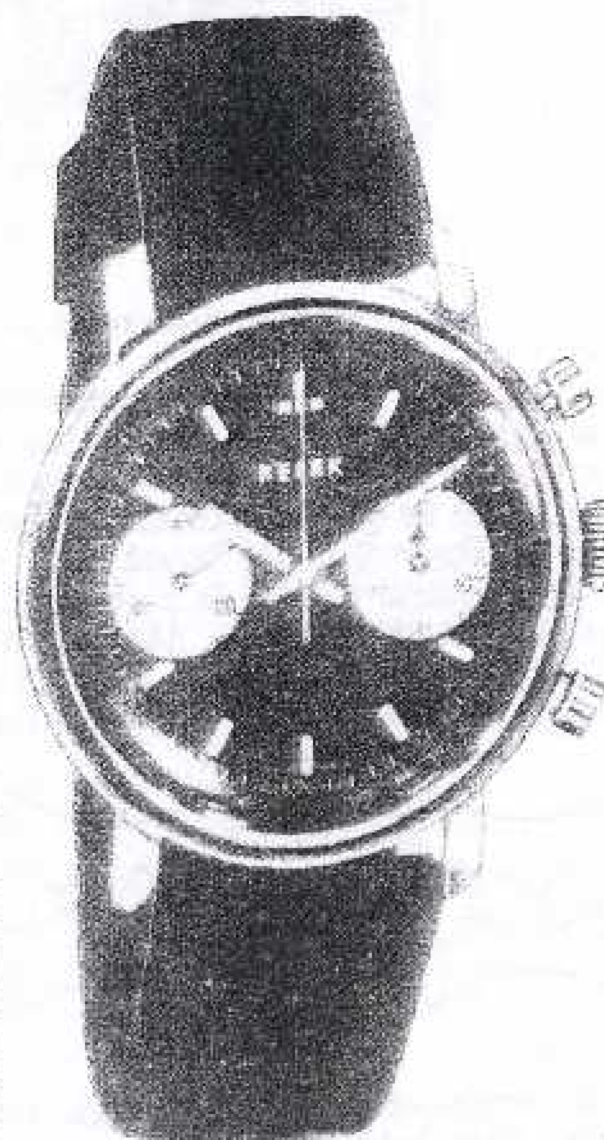


Fig. 139. Cadranul cronografului.

Indicatorul secundar central serveşte la măsurarea secundelor intervalului de timp. Pentru o citire cît mai precisă o diviziune este subdivizată în cinci părţi. Împărţirea periferică din dreapta serveşte la citirea numărului de minute, adică deasupra ei se va mişca un indicator minutar.

Partea mecanismului care serveşte la măsurarea intervalelor de timp nu este cuplată în permanenţă. Ceasornicul va funcţiona în permanenţă, iar măsurarea unui anumit interval de timp se va comanda prin apăsarea unui buton care realizează cuplarea părţii de măsurat intervale de timp cu mecanismul propriu-zis al ceasornicului. De aceea acest aparat se numeşte şi ceasornic cronometru.

În figura 140 este reprezentat cronograful în poziție de repaus. Axul *1* al roții secundare este prelungit și pe această parte este montată roata dințată *2* care angrenează cu roata dințată *3*. Aceasta va antrena roata secundară centrală *4*. Este evident că numărul de dinți al

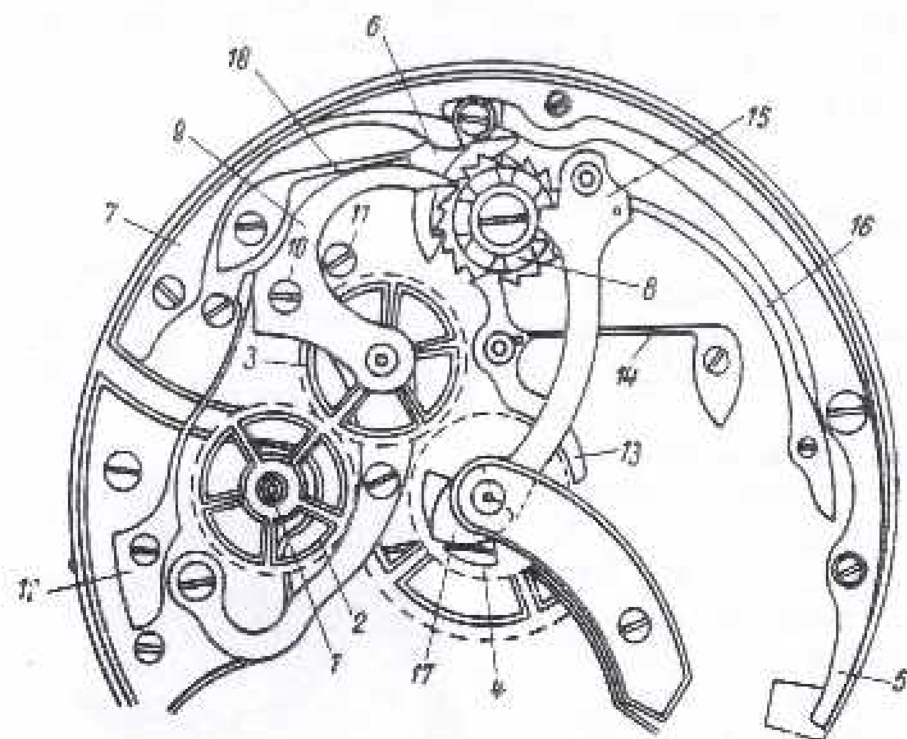


Fig. 140. Cronograful în poziția de repaus.

acestor roți este astfel ales încît între axul secundar periferic și cel central să existe un raport de transmisie egal cu 1. Axul secundar *1* se va roti în timpul funcționării ceasornicului, pe cînd axul secundarului central va fi pus în mișcare numai la comanda de „pornire" a cronografului. Aceasta se observă și din figură unde roțile dințate *3* și *4* nu se află în angrenare pentru poziția de repaus. Aceste roți au o dantură specifică, de formă triunghiulară (fig. 141, *a* și *b*) care elimină jocul radial dintre dinți astfel încît în momentul comenzii de pornire roata secundară centrală *4* să pornească fără întîrziere. De obicei această roată are 150 de

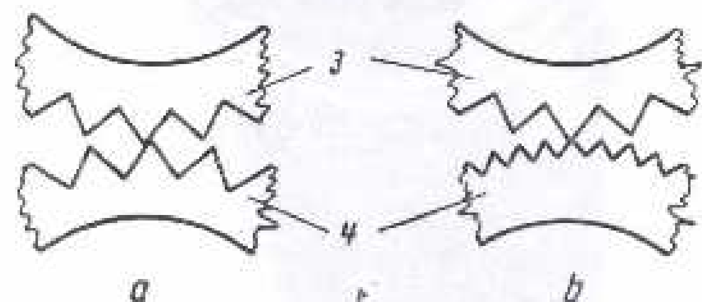


Fig. 141. Dantura roților cronografului.

dinți la cronometrele de construcție mai veche și 300 de dinți la cele moderne. Este evident că eroarea indicației indicatorului secundar central va fi cu atît mai mică cu cît numărul de dinți ai roții centrale *4* este mai mare corespunzător unui unghi de rotație pentru o secundă (fig. 141, *b*).

Butonul de comandă al cronografului este fixat pe carcasă în drep-tul cifrei 2. La o apăsare a butonului de comandă, brațul *5* (v. fig. 140) prin intermediul ghearei *6*, apăsată fiind de arcul *7* va produce o rotație cu o diviziune a roții de cuplare *8*. Această roată de cuplare are trei poziții distincte corespunzător momentelor de pornire (funcționare), oprire și aducere la zero a indicatoarelor. Arcul *18* asigură poziționarea roții de cuplare care are dinți de clichet. Roata de cuplare *8* rotindu-se cu o di-viziune va elibera brațul *9*. Acesta, apăsat de către arcul *12* va realiza angrenarea între roata intermediară *3* și roata secundară centrală *4*. Astfel cronograful a pornit. Punctul de oscilație *10* al brațului *9* per-mite o reglare a angrenării dintre roțile *3* și *2*.

Tamponul *11* servește pentru potrivirea angrenării între roțile din-țate *3* și *4*. Înainte de a se porni cronograful, brațul de aducere la zero este scos din roata de cuplare. În figura 142 este reprezentat cronogra-ful în poziția de funcționare (mers).

La a doua apăsare a butonului mecanismul cronograf se va opri (fig. 143). Roata de cuplare *8* (v. fig. 140) rotindu-se datorită înălțărilor frontale va acționa asupra brațului *9* în așa fel încît roata *3* iese din angrenarea cu roata dințată *4*. O dată cu aceasta roata de cuplare *8* ac-ționează brațul de frînare *13* aflat sub acțiunea arcului *14* și se va pro-duce frînarea (oprirea) roții *4*. Printr-o nouă apăsare a butonului de co-mandă frîna *13* eliberează roata *4*, iar brațul de aducere la zero *15*, acțio-

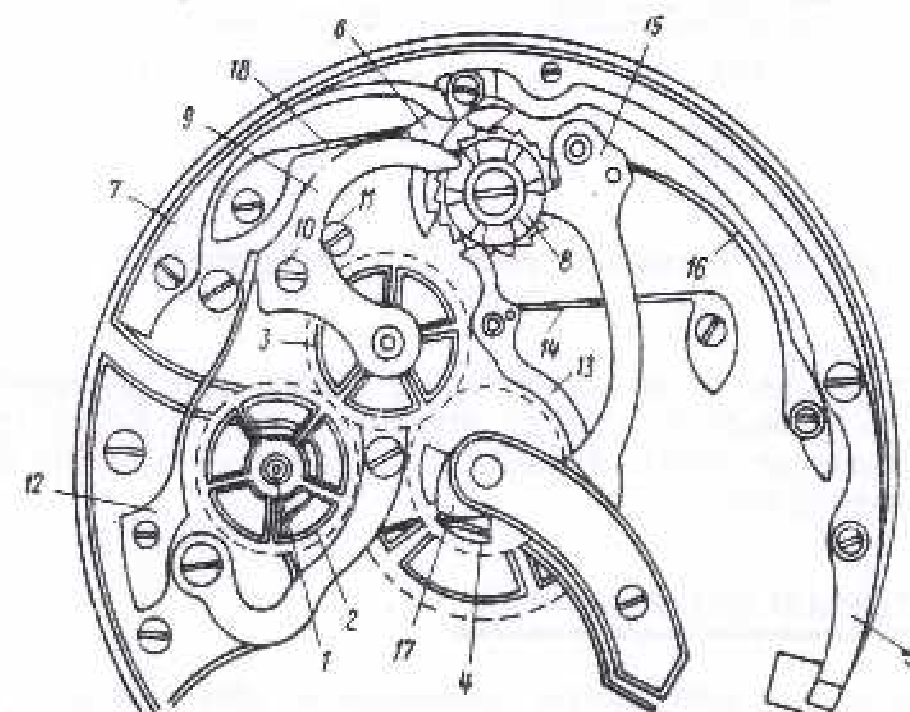


Fig. 142. Cronograful în funcționare.

nat de roata de cuplare și sub acțiunea arcului *16*, va provoca aducerea indicatorului secundar la zero.

Aducerea la zero constituie o problemă de bază a crongrafelor. În principiu problema este rezolvabilă prin utilizarea unei came-disc de forma inimii *17*, avînd circumferința formată din două spirale Arhi-

mede (fig. 144, *a*). Această camă se caracterizează prin faptul că sub acţiunea unei forţe de apăsare aplicată din exterior se va roti totdeauna pînă într-o poziţie precis determinată, în care punctul de aplicare al for-

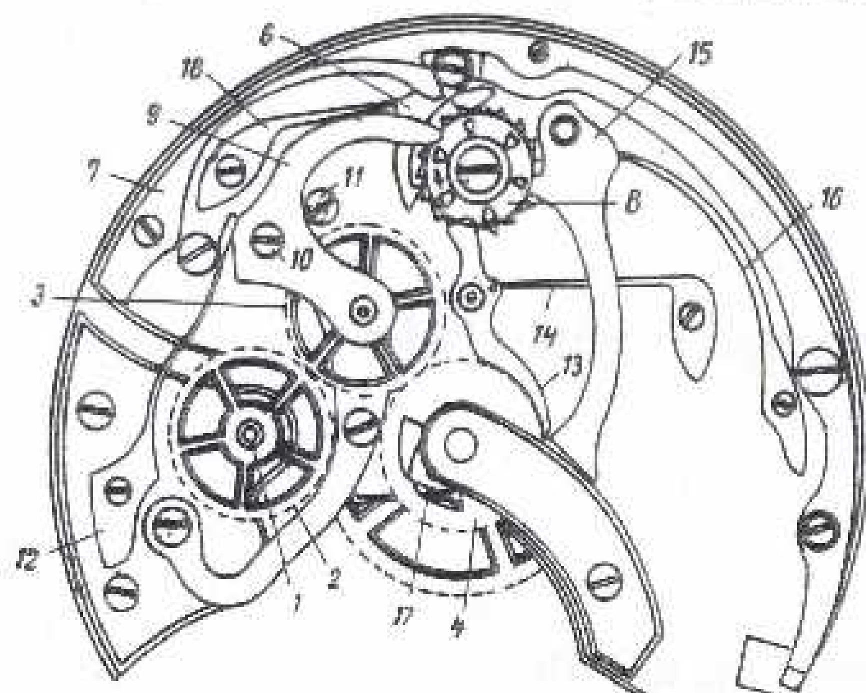


Fig. 143. Cronograful în poziţia oprită.

ţei este cel mai apropiat de centrul de rotaţie. Erorile de aducere la zero ating totuşi valori de 0,6—0,8 s. Un sistem mai nou este arătat în figura 144 *b*, unde erorile se reduc la 0,2—0,4 s.

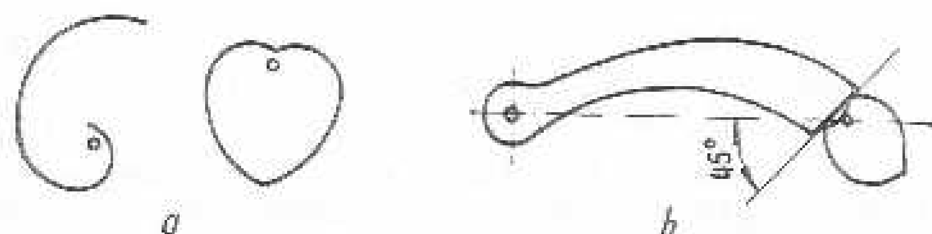


Fig. 144. Cama de aducere la zero a indicatorului.

În figura 145 este reprezentată cama-disc de aducere la zero, împreună cu indicatorul.

Cronograful este prevăzut şi cu un indicator minutar suplimentar periferic, pentru numărarea minutelor intervalului de timp pe o divizare a cadranului care cuprinde în mod obişnuit 30 sau 45 de min.

După felul în care se mişcă indicatorul minutar al cronografului se deosebesc trei sisteme:

— numărarea printr-un angrenaj continuu, adică rotirea încetă;
— numărarea încetă cu salturi;

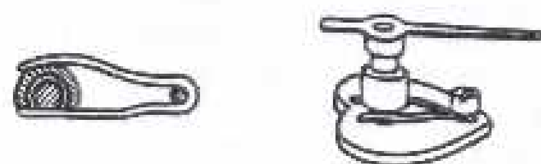


Fig. 145. Cama de aducere cu indicatorul.

— numărarea prin salturi din minut în minut (se foloseşte din ce în ce mai rar).

În figura 146, *a* este reprezentat sistemul de numărare continuu. Roata de cuplare *1* comandă prin braţul *2* intrarea în angrenare a roţii *3*

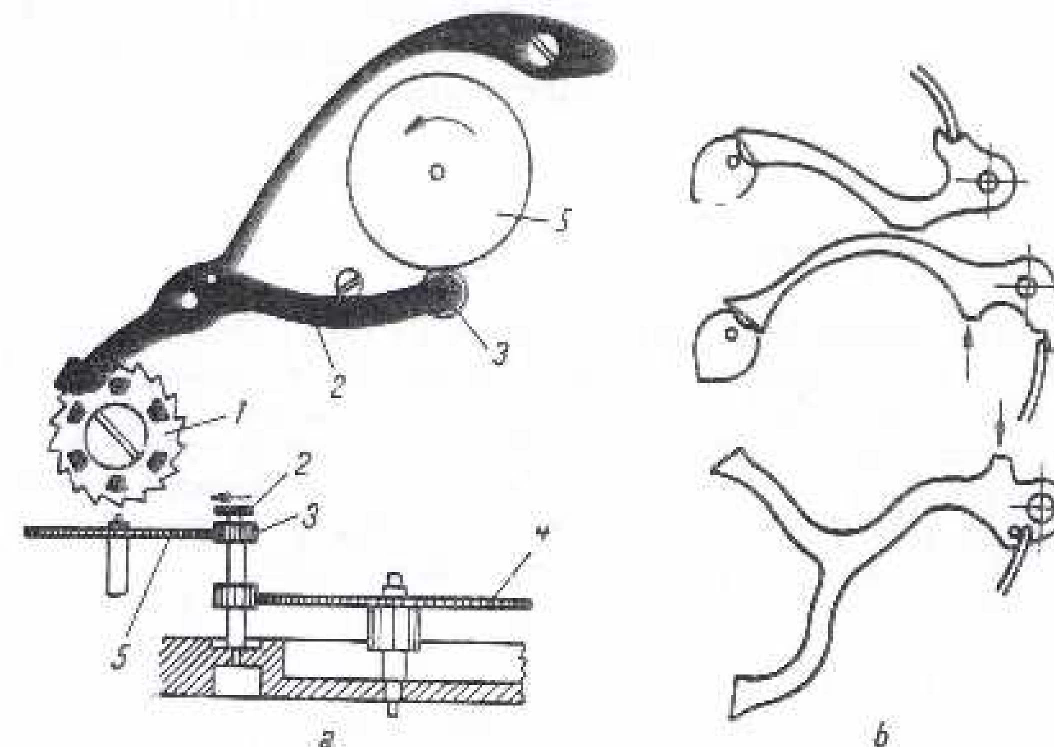


Fig. 146. Numărarea continuă a minutelor: *a* — funcţionare; *b* — pîrghii de aducere.

cu roata 5 care este roata minutară a cronografului. Roata dinţată *3* primeşte mişcarea de la roata intermediară *4*. Astfel indicatorul minutar va avea o mişcare continuă. La fel ca şi indicatorul secundar, indicatorul minutar trebuie să permită aducerea rapidă la poziţia zero. Pentru aceasta trebuie să se desfacă angrenajul dintre roţile *3* şi *5*, iar sărirea indicatorului minutar la diviziunea zero se realizează în mod absolut similar cu sistemul descris la indicatorul secundar.

Astfel la un cronograf se vor întîlni fie două braţe de aducere separate, fie unul singur prevăzut cu două ramificaţii care apasă fiecare pe o camă (fig. 146, *b*).

În ultimul timp se foloseşte sistemul de numărare încetă în salturi (fig. 147). Pe roata secundară se aplică o

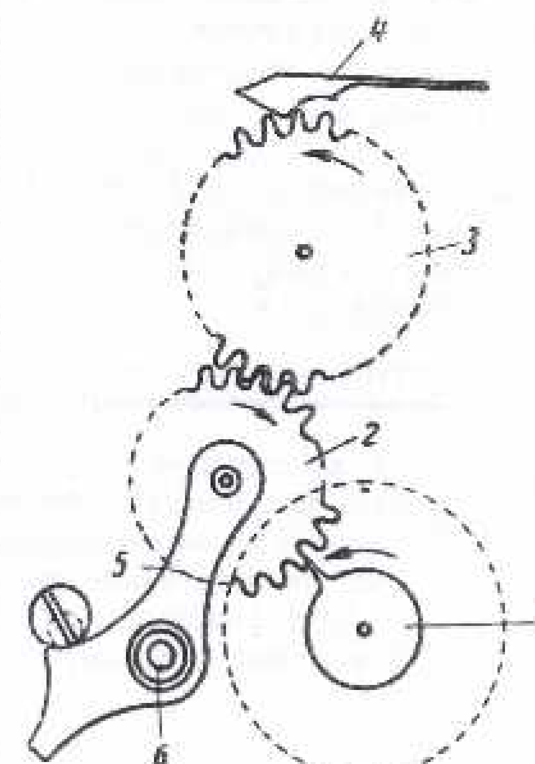


Fig. 147. Numărarea încetă cu salturi.

roată *1* cu un singur dinte *1*. Astfel la secunda a 58-a a fiecărui minut, prin intermediul roții *2*, se va roti roata minutară *3* cu un dinte. În intervalul secundelor 58—60 roata minutară *3* se va roti cu un dinte obligînd arcul *4* să sară peste un dinte. Rolul arcului *4* constă în asigurarea unei poziții bine determinate a roții minutare în care aceasta este în repaus. Pentru aducerea la zero a indicatorului minutar este necesar să se desfacă angrenajul *1*, *2*, prin oscilarea brațului *5* în jurul punctului *6*.

2. Tipuri constructive

a. **Cronograful pentru mai multe intervale de timp.** Acest cronograf este prevăzut cu două butoane de comandă, primul (*I*) în dreptul cifrei 2 a cadranului, iar al doilea (*II*) în dreptul cifrei 4. Butonul *I* comandă pornirea și oprirea cronografului, iar butonul *II* servește la aducerea indicatoarelor la poziția zero. Adică prin butonul *I* se poate porni cronograful, opri și iar porni fără ca între timp indicatoarele să fie aduse la zero. Această soluție oferă următoarele posibilități de lucru:

— însumarea a două intervale de timp cronometrate — prin neapăsarea butonului *II*;

— prin folosirea butonului *II* la un cronograf pornit, acele indicatoare vor reveni la zero și vor porni instantaneu fără ca să fie necesară o pornire așa cum era cazul la cronograful obișnuit.

b. **Cronograful fără roată de cuplare.** Cu cîțiva ani în urmă au apărut aceste cronografe care elimină roata de cuplare. Ele sînt prevăzute cu două butoane de comandă; primul asigurînd pornirea și al doilea oprirea și aducerea indicatoarelor la zero.

c. **Cronograful Rattrapante.** Acest cronograf este prevăzut cu două indicatoare secundare, perfect suprapuse. La comanda „pornit" ambele încep să înregistreze deplasîndu-se sincron. La apăsarea unui alt buton indicatorul superior poate fi oprit, în timp ce indicatorul inferior își continuă drumul. La o nouă apăsare a butonului, indicatorul superior numit și de urmărire, ajunge din urmă indicatorul inferior și continuă să se deplaseze sincron cu el.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este cronograful?
2. Cum funcționează un cronograf obișnuit?
3. Care este principiul aducerii la zero a indicatoarelor?
4. Cum sînt sistemele de antrenare a indicatorului minutar?
5. Ce tipuri constructive de cronografe cunoașteți?
6. Prin ce sînt caracterizate ele?

PARTEA
A TREIA

Ceasornice speciale

CAPITOLUL I

CEASORNICE DE PONTAJ

Ceasornicele speciale se deosebesc de cele obișnuite prin aceea că au anumite caracteristici constructive sau funcționale care permit folosirea lor în scopuri speciale. Ele se împart în trei mari grupe:

— ceasornice cu funcțiuni speciale;

— ceasornice cu schema cinematică specială;

— ceasornice cu dispozitive speciale.

Din categoria ceasornicelor cu funcțiuni speciale fac parte următoarele tipuri: ceasornicul de pontaj, ceasornicul de control pentru paznici, ceasornicul avertizor și ceasornicul de comandă.

Ceasornicul de pontaj se folosește în întreprinderi și instituții pentru înregistrarea timpului de lucru. Acest ceasornic imprimă, la solicitare, pe un carton ora exactă (ora și minutul). Există diferite tipuri, dar oricare din ele se compune din aceleași mecanisme: de măsurare a timpului și de imprimare.

1. Mecanismul de măsurare a timpului

În figura 148 este reprezentat un ceasornic de pontaj avînd un mecanism de măsurare a timpului cu pendul lung. Acesta este un mecanism de precizie ridicată (în general eșapament GRAHAM) avînd o deviere de la ora exactă de numai cîteva secunde pe zi. Ceasornicul este acționat de un arc motor montat în casetă. Arcul trebuie să fie destul de puternic deoarece antrenează și mecanismul de imprimare.

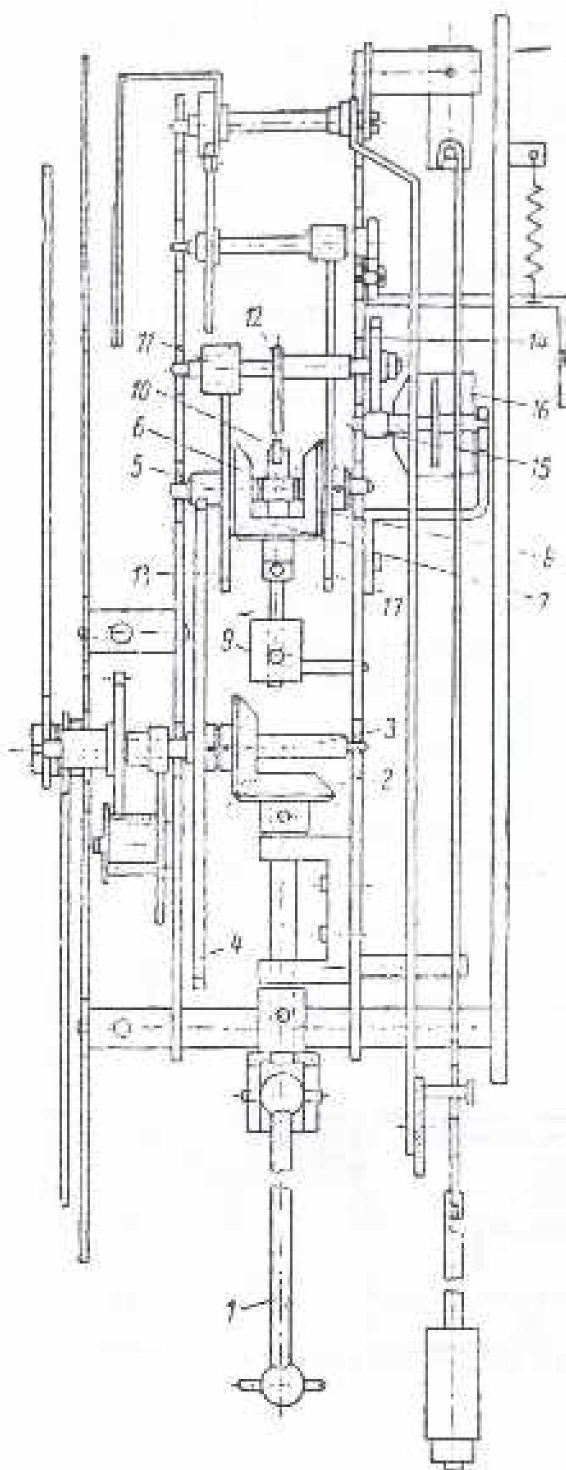


Fig. 148. Ceasornic de pontaj cu pendul.

Momentul motor este transmis prin axul cardanic *1* la axul minutar *3* prin roțile conice *2*. Pe axul minutar este montată rigid roata minutară *4* care angrenează cu pinionul intermediar *5* montat liber pe axul intermediar. Pe același ax este montată o transmisie planetară formată din trei roți conice *6*, *7*, *8*, și o greutate *9*. Transmisia planetară are rolul de a permite deplasarea rapidă a indicatoarelor din minut în minut și de a menține o forță constantă la eșapamentul ceasornicului.

Roata planetară *6* este legată rigid de pinionul *5* și de roata *13*. Roata *13* angrenează cu pinionul *11* pe al cărui ax sînt montat rigid cama *12* și roata *14*. Aceasta din urmă angrenează cu pinionul *15* pe al cărui ax se află regulatorul aerian *16*.

Pe roata planetară *8* este montată roata *17* care se poate roti numai în ritmul admis de regulator (pendul).

În timpul funcționării ceasornicului roata planetară *6* este blocată prin intermediul camei și al tamponului *10* montat pe tija greutății. În acest timp forța necesară la eșapamente este dată de greutatea *9* care se deplasează în jos pe măsură ce se rotește roata *17* pînă cînd se deblochează cama *12*. În acest moment încep să se rotească toate roțile din lanțul cinematic roata motoare-regulatorul aerian inclusiv indicatoarele. Această mișcare continuă pînă cînd roata planetară *6* a ridicat greutatea și tamponul *10* blochează din nou cama *12*. Tamponul *10* este astfel reglat ca ciclul descris să se repete din minut în minut.

2. Mecanismul de imprimare

Un astfel de mecanism este reprezentat în figura 149. Prin apăsarea brațului *1* se pune în funcțiune

canismul de imprimare și în același timp se armează și arcul motor (arcul poate fi armat și independent cu o cheie-manivelă cu locaș pătrat aplicată pe capătul pătrat al axului motor *3*). La o armare completă ceasornicul funcționează șase zile. Pentru a se arma complet arcul motor cu ajutorul brațului *1* sînt necesare 140 imprimări. Astfel dacă ceasornicul este folosit de 70 muncitori i se asigură o funcționare permanentă.

La apăsarea brațului *1* cama de ridicare *4* se rotește și apasă rondela de antrenare *5* care este montată la capătul brațului oscilant *6*. Acest braț se va roti în jurul axului *3* și va întinde resortul *7*. Pe brațul *6* este montat un clichet care sare peste un dinte cînd brațul se rotește în sensul indicat de săgeată. La ridicarea brațului *1* resortul *7* readuce brațul *6* în poziția inițială și clichetul armează arcul motor. Cînd acesta este complet armat forța resortului *7* nu mai este suficientă pentru a roti brațul *6* și astfel se evită supraarmarea.

Roata dințată *2* a casetei arcului motor transmite momentul motor la pinionul *9* prin intermediul roților *8*. De la pinionul *9* prin intermediul roților conice *10* și *12* ale axului *11* se transmite mișcarea la axul cardanic *13*.

De la pinionul *9* primește mișcarea și mecanismul de numărare *14* compus din trei discuri: de minut, de oră și de zi cu dispozitivele corespunzătoare de avans. Aceste discuri au pe circumferința lor gravate în relief numere sau litere. Discul de minute este divizat de la 1 la 60, discul de ore de la 1 la 24 iar cel de zi este prevăzut fie cu inițialele zilelor săptămînii (sau cu cifre de la 1 la 7) fie cu cifre de la 1 la 10 (după tipul ceasornicului). Discul de minute este montat elastic pe axul său putîndu-se roti față de acesta cu un

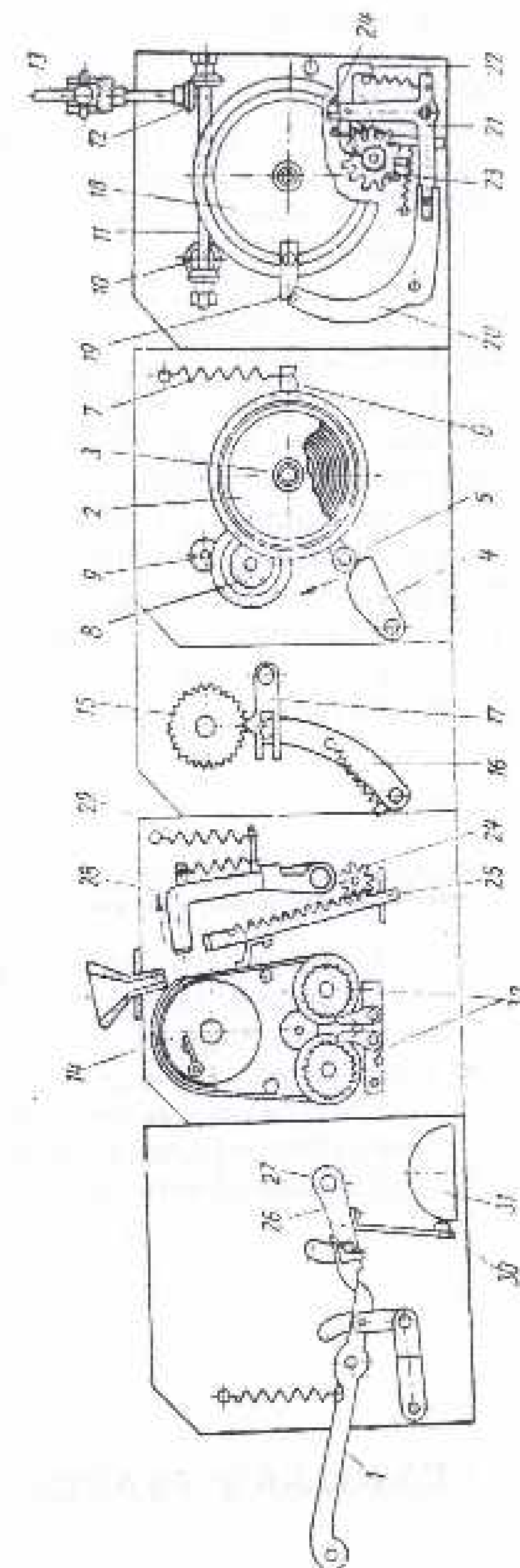


Fig. 149. Mecanismul de imprimare.

unghi corespunzător cu un minut. Acest lucru este necesar pentru poziționarea sa corectă și pentru a nu se pierde 1 min dacă în momentul saltului de minut se efectuează pontarea. Poziționarea corectă se face cu ajutorul roții *15* care are 60 de dinți și este legată rigid de discul de minute. Această roată se poziționează cu clichetul *17* comandat de brațul *16*.

Discul pentru zi *18* are pe circumferința sa o camă de comandă *19* care la avansarea discului lovește brațul *20*. Aceasta rotește brațul *21* care este prevăzut la capătul său cu clichetul *22* ce rotește cu un dinte roata clichet *23*. Aceasta angrenează cu pinionul *24* care cu ajutorul cremalierei *25* reglează adîncimea de pătrundere a cartonului de imprimat. Roata dințată *23* are un dinte lipsă care ar trebui să intre în angrenaj la sfîrșitul perioadei și astfel cremaliera cade înapoi.

La apăsarea brațului *1* brațul *26* se ridică și armează arcul *27* montat pe brațul de imprimare *28* care se va deplasa în direcția săgeții. Cînd brațul *26* scapă, brațul de imprimare este aruncat înapoi și datorită arcului *29* și apasă cartonul pe discurile de imprimare și în același timp ciocănelul *30* lovește clopoțelul *31*.

La apăsarea brațului *1* clichetul *32* avansează panglica de imprimare cu un pas (panglica este identică cu cea de la mașina de scris). După ce diametrul de înfășurare al panglicii atinge o anumită valoare se schimbă automat direcția avansului.

La diferitele tipuri de ceasornice de pontaj diferă numai mecanismul de măsurare a timpului (ceasornicul), care poate fi cu pendul sau balansier, mecanismul de imprimare fiind identic la toate.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornice speciale?
2. În cîte grupe se împart ele?
3. Ce este ceasornicul de pontaj?
4. Cum este asigurată mișcarea rapidă a indicatoarelor?
5. Cum se face armarea ceasornicului?
6. Cum se face imprimarea cartonului?
7. Cum se reglează adîncimea de introducere a cartonului?

CAPITOLUL II

CEASORNICE PENTRU CONTROLUL PAZNICILOR

Acest ceasornic se utilizează pentru verificarea îndeplinirii corecte a serviciului de către paznici. Există foarte multe tipuri de astfel de ceasornice. Cele mai vechi tipuri trebuiau armate din 15 în 15 min sau din

30 în 30 min. În caz contrar ele se opreau și indicau o întîrziere. Altele străpungeau cadranul de control la armare, iar cele mai moderne înregistrează pe o bandă de hîrtie ora la care au fost vizitate. Ceasornicul de control poate fi la paznic sau el poate fi montat în diferite puncte de control. În acest caz paznicul trebuie să se deplaseze la ceasornic, să introducă cheia de control și astfel să imprime ora la care a vizitat punctul respectiv. Toate ceasornicele de control, indiferent de tip sînt montate în carcase metalice sau din material plastic și închise cu un lacăt. Cheia acestui lacăt se află la șeful pazei.

În figura 150 s-a reprezentat unul din tipurile de ceasornice de control. Mecanismul de ceasornic este acționat de un arc motor care se armează o dată la 8 zile și este prevăzut cu 13 rubine. Mecanismul este montat în carcasa *1* astfel încît axul motor *2* să fie în centrul carcasei. Raportul de transmisie de la axul motor la eșapament este astfel ales încît axul *2* să se rotească o dată la 24 h. Cadranul de carton *5* este acoperit cu capacul *6* iar acesta este închis cu lacătul *7* și cheia *8*. La închiderea capacului limba de tăiere *9* face o crestătură în cadran. La fel se întîmplă și la deschiderea capacului. Astfel se poate verifica dacă ceasornicul a fost deschis de altcineva în afara persoanei autorizate. Cele două tăieturi din cadran vor fi în poziții diferite deoarece cadranul este fixat cu ajutorul flanșei *3* și al piuliței *4* pe axul *2* și se rotește o dată cu acesta.

Cadranul de carton *5* se schimbă zilnic. Marcarea se face în felul următor: paznicul introduce și rotește cheia *11*. Prin rotirea cheii cadra-

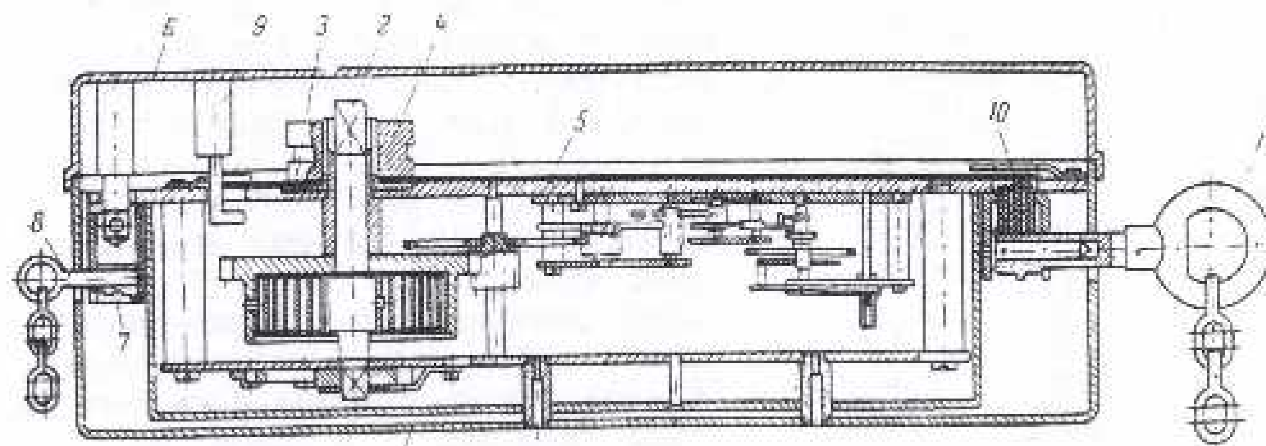


Fig. 150. Ceasornic de control.

nul este perforat de una dintre lamele *10*. Sînt șase chei la diferiți paznici, fiecare acționînd o altă lamă, cadranul fiind astfel perforat la diferite diametre în funcție de cheia folosită.

Ceasornicele care imprimă ora pe bandă sînt mai complicate (asemănătoare celor de pontaj). Ele sînt prevăzute cu două discuri, de minute și de ore. Imprimarea, avansarea bandei și a panglicii de imprimare sînt acționate de cheia paznicului. O dată cu imprimarea orei se imprimă și numărul cheii paznicului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. La ce se folosește ceasornicul de control?
2. Cum funcționează ceasornicul de control?
3. Cum se produce găurirea cadranului?
4. Cum este asigurat ceasornicul de control împotriva deschiderilor neautorizate?

CAPITOLUL III

CEASORNICE AVERTIZOARE

Ceasornicele avertizoare au o utilizare din ce în ce mai largă în multe domenii de activitate. Ele se folosesc în domeniul casnic, în laboratoare, în medicină etc. Ceasornicul avertizor are proprietatea de a indica printr-un semnal sonor scurgerea unei anumite perioade de timp. Domeniul de reglare este de obicei de 60 min. Unele tipuri pe lîngă avertizarea sonoră mai declanșează diferite aparate pe care sînt montate mașini de spălat, aparate terapeutice etc.

Ceasornicul avertizor montat într-o carcasă, independent de alte aparate se numește avertizor de uz casnic. El se poate atîrna de perete sau așeza pe masă. Domeniul maxim de reglare este de 60 min iar domeniul minim de 20—30 s.

Un astfel de avertizor de uz casnic este reprezentat în figura 151. În centrul mecanismului se află axul motor pentru mers *1* care este totodată axul de reglare și armare. La capătul superior este prevăzut cu un canal, pe care se montează bucșa de reglare *2* și roata dințată *3*. Pe bucșa *2* se montează cheia de armare și reglare. Roata *3* angrenează cu roata *4* montată liber pe axul motor pentru sonerie *5*. Pe această roată este montată cama *6*, iar pe capătul pătrat al axului *5* este montat limitatorul *7*. Arcul motor *8* se înfășoară atît în jurul axului motor *1* pentru mers cît și în jurul axului motor *5* pentru sonerie. De la axul motor pentru mers momentul se transmite prin roata *9* spre eșapamentul de mers iar de la axul *5* prin roata *10* la eșapamentul de sonerie. La armare se rotesc ambele axe iar roțile *9* și *10* alunecă pe ax, ele fiind montate prin frecare cu ajutorul șaibelor *11* din material plastic și a discurilor *12*. La armare roata *4* se rotește în jurul axului *5* pînă cînd cama *6* atinge limitatorul *7*. Din acest moment roata *4* și axul *5* se rotesc împreună. După armare mecanismul de ceasornic începe să funcționeze și roțile *3* și *4* se rotesc în sens invers armării, cama *6* îndepărtîndu-se de limba limitatorului *7* care rămîne nemișcată atît timp cît soneria este blocată de pîrghia *13*.

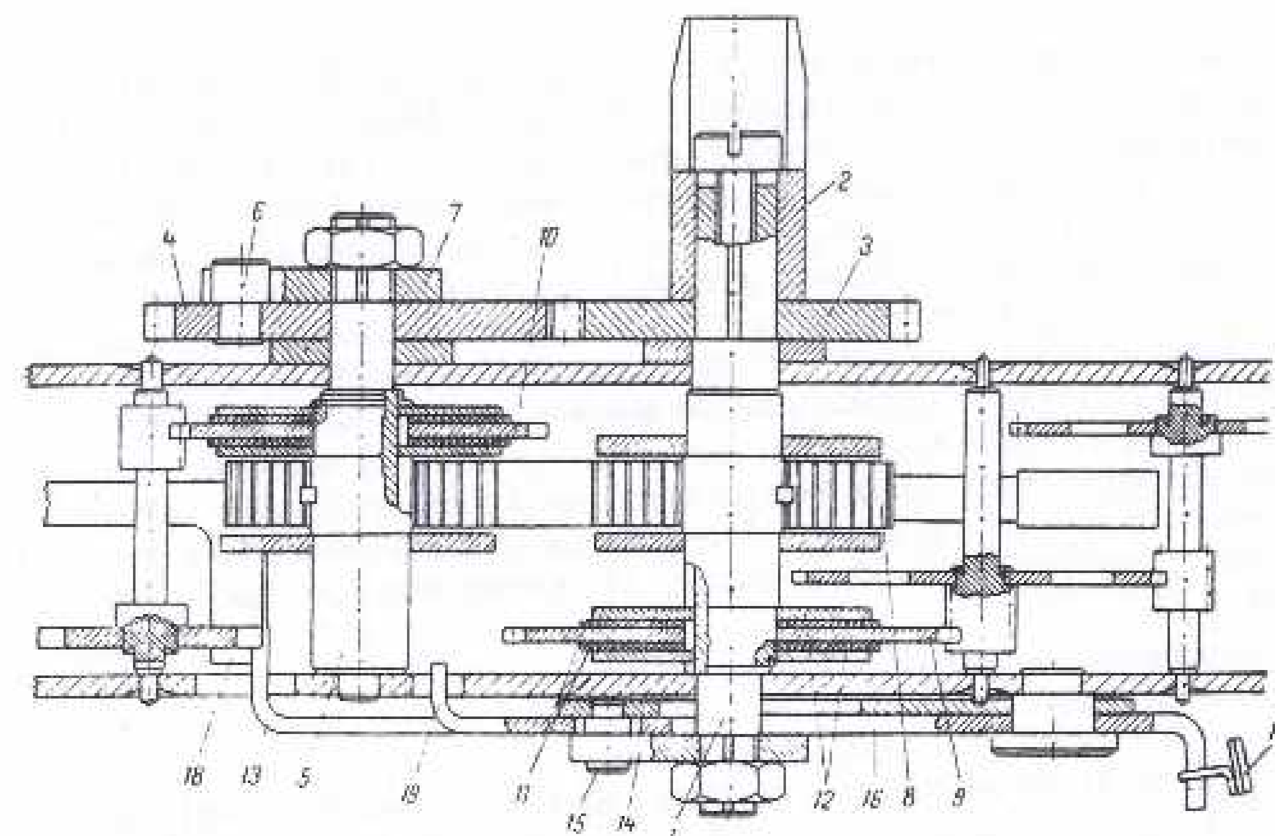


Fig. 151. Ceasornic avertizor de uz casnic.

O dată cu trecerea timpului, axul *1* se rotește împreună cu pîrghia de declanșare *14* montată pe el. Cînd pîrghia *14* atinge bolțul *15* ele se deplasează împreună și rotesc pîrghia de cuplare *16* armînd resortul *17*. Datorită acestei rotiri după un timp bine stabilit pîrghia de cuplare eliberează tija ciocănelului *18* și ceasul începe să sune. Din acest moment axul *5* începe să se rotească și limitatorul se rotește după cama *6*. Ceasul va suna pînă cînd aceste două elemente se întîlnesc. Dacă ceasul este bine reglat în acest moment brațul *14* a împins pîrghia de cuplare *16* în poziția finală și limba de închidere *19* va opri orice mișcare (blochează ceasul).

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt domeniile de utilizare ale ceasornicului avertizor?
2. Ce este un ceasornic avertizor?
3. Care este domeniul de reglare?
4. Cum funcționează ceasornicul avertizor?

CEASORNICE DE COMANDĂ

Ceasornicul de comandă este un mecanism care închide și deschide un circuit electric la timpul dinainte reglat. El se folosește la comanda diferitelor aparate electrice cum ar fi aparate de radio, televizor, magnetofon etc. În general, un astfel de ceasornic poate conecta sau deconecta orice aparat electric cu o putere pînă la 200W. Ceasornicul de comandă se folosește frecvent la pornirea automată a aparatelor de radio pentru deșteptare sau pentru înregistrarea pe bandă de magnetofon a unei anumite emisiuni radio care poate fi astfel ascultată ulterior. În acest caz ceasornicul pornește și oprește ambele aparate automat la timpul reglat.

În figura 152 este reprezentat schematic un astfel de ceasornic de o construcție mai simplă. El se compune din două părți principale: partea de mers și partea de declanșare. Întregul aparat funcționează asemănător unui ceasornic deșteptător numai că declanșează cu mai mare precizie.

Mecanismul de contact este montat pe axul minutar *1* care în acest scop este prelungit dincolo de platina din spate *2*. Pe el se montează șaiba de siguranță *3*, un inel din material plastic *4*, bucșa *5*, un arc elicoidal *6* precum și un izolator din material plastic *7* cu ajutorul căruia se montează cu frecare cama *9* (fig. 153). Acesta este blocat de lama *10* și limitatorul *11* (fig. 152).

Mecanismul de declanșare se compune din bucșa orară *12* pe care este fixat discul cu gheară *13*. Acesta este împins spre discul *14* cu canal *15* de arcul *16*. Cînd gheara ajunge în dreptul canalului, discul *13* se ridică și resortul *17* ridică limitatorul *11* care eliberează lama *10*. În acest moment, mecanismul de contact se rotește împreună cu axul minutar și cînd lama elastică *18* este eliberată se închide circuitul electric. Timp de aproximativ 50 min lamele *18* și *19* vor rămîne împreunate alunecînd pe cama *9*, după care lama *19* se desprinde întrerupînd circuitul (fig. 153). Reglarea timpului de declanșare se face la fel ca la deșteptător cu butonul *20* prin intermediul roților dințate *21* și *22*.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic de comandă?
2. La ce se folosește?
3. Cum se produce închiderea și deschiderea circuitului electric?
4. Cum se face reglarea momentului declanșării mecanismului?

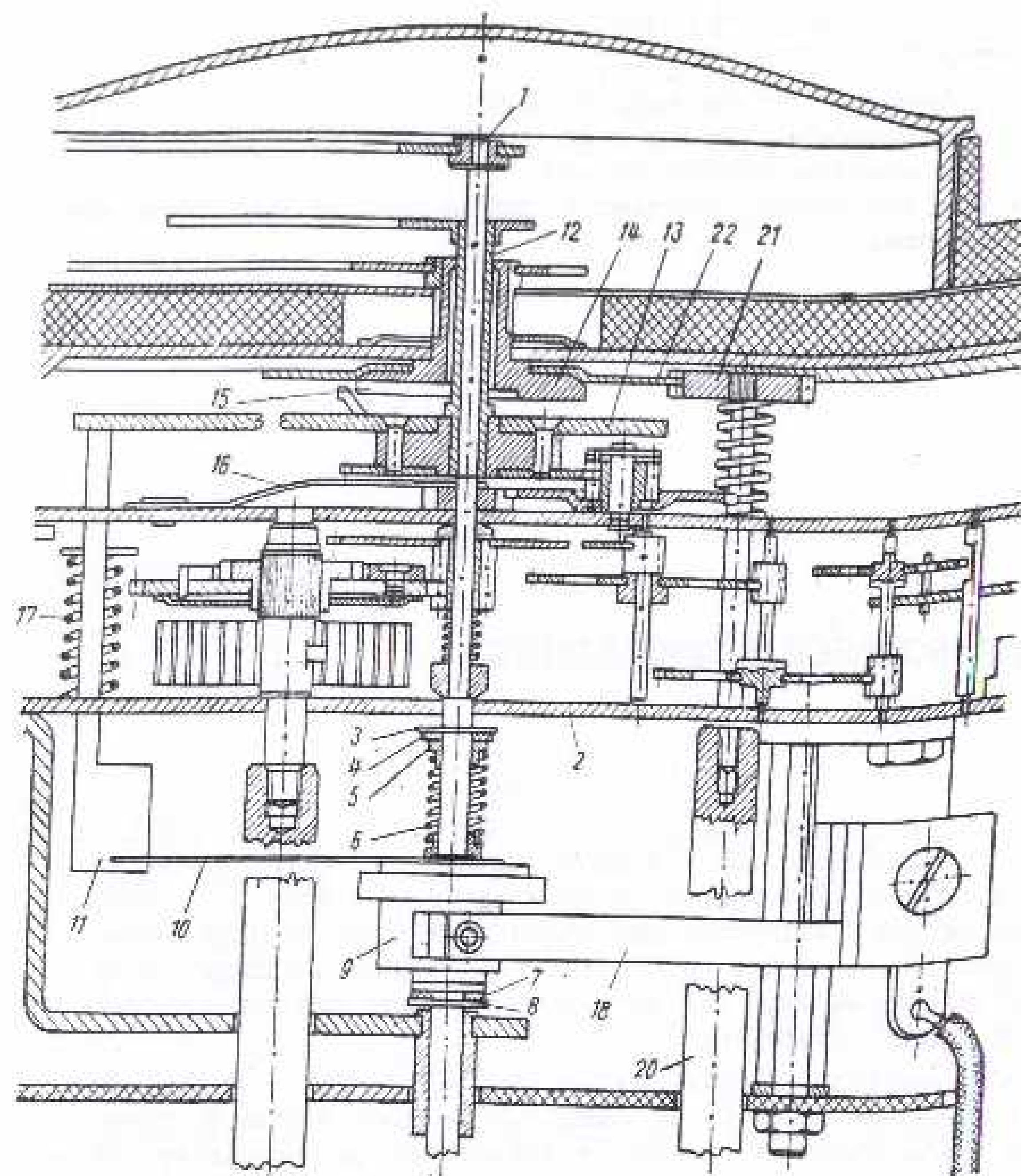


Fig. 152. Ceasornic de comandă.

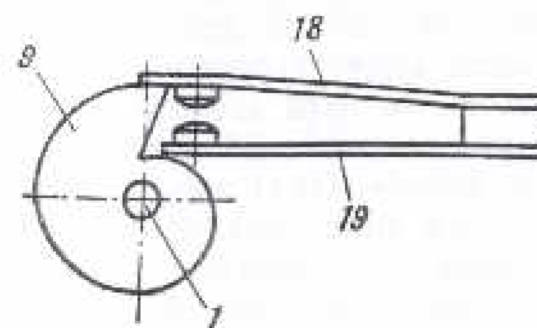


Fig. 153. Dispozitivul de contact.

CAPITOLUL V

CEASORNICE CU SCHEMĂ CINEMATICĂ SPECIALĂ

La ceasornicele obişnuite, mecanismul din punct de vedere cinematic se împarte în trei părţi distincte şi independente, fiecare avînd un rol bine definit. Acestea sînt:

— mecanismul de durată;
— mecanismul de numărare;
— mecanismul indicator.

Delimitarea dintre ele o formează axul minutar. Mecanismul de durată determină durata de mers la o singură armare a arcului motor. Pentru a se modifica această durată trebuie să se acţioneze numai asupra acestui mecanism. Se consideră un mecanism de durată normal acela care determină armarea arcului după fiecare 24 h de funcţionare. Toate celelalte intră în categoria ceasornicelor speciale.

1. Ceasornice cu mecanismul de durată special

Din această categorie fac parte ceasornicele de 8 zile, de 14 zile, ceasornicile lunare şi cele anuale. Ele trebuie armate o dată la 8, 14 zile, o lună sau un an. Aceste ceasornice prezintă avantajul că se armează la

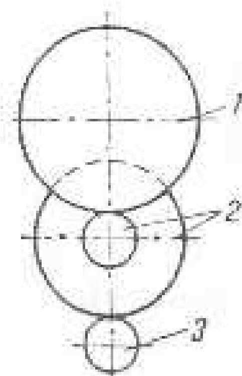


Fig. 154. Schema cinematică a mecanismelor de 8 şi 14 zile.

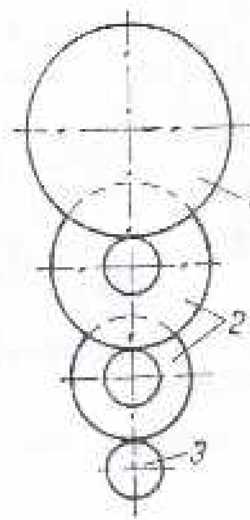


Fig. 155. Schema cinematică a mecanismelor lunare.

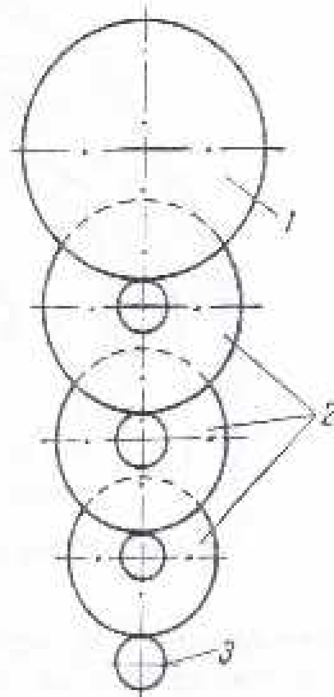


Fig. 156. Schema cinematică a mecanismelor anuale.

intervale mari şi dezavantajul că au gabaritul mai mare decît cele normale. De aceea ele se folosesc numai ca ceasornice de masă (cele de 8 zile) şi de perete.

La ceasornicele normale mecanismul de durată se compune din roată motoare şi pinion minutar. La cele de 8 şi 14 zile (fig. 154) acest mecanism se compune din roata motoare *1*, roata şi pinionul suplimentar *2* şi pinionul minutar *3*, la cele lunare din roata motoare *1*, două roţi suplimentare *2* şi pinionul minutar *3* (fig. 155), iar la cele anuale (fig. 156) din roata motoare *1*, trei roţi şi pinioane suplimentare *2* şi pinionul minutar *3*.

2. Ceasornice cu mecanism de numărare special

Mecanismul de numărare determină axul minutar să facă o rotaţie completă într-o oră. La ceasornicele normale acest mecanism se compune din: roata minutară, roata şi pinionul intermediar, roata şi pinionul secundar şi pinionul ancoră. Orice ceasornic la care mecanismul de numărare diferă de această schemă, face parte din categoria ceasornicelor speciale. Dintre acestea se amintesc ceasornicul fără roată minutară (tip Rosskopf) şi ceasornicul cu pinion minutar special.

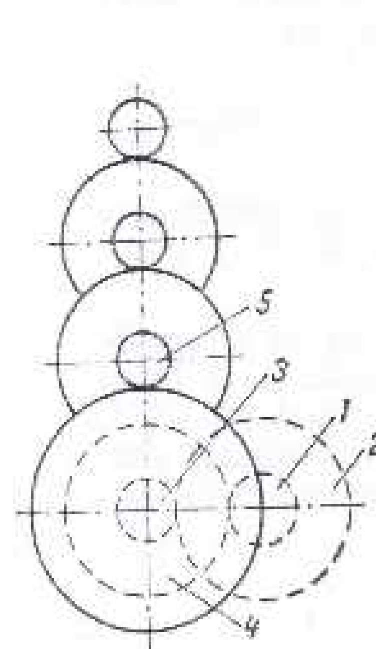


Fig. 157. Schema cinematică a mecanismelor Rosskopf.

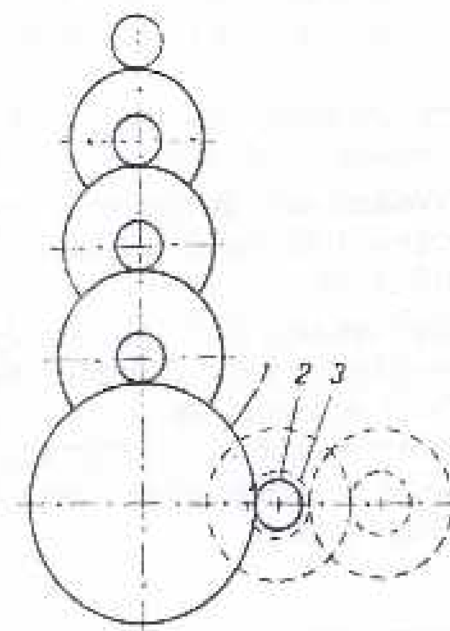


Fig. 158. Schema cinematică a mecanismului cu pinion minutar special.

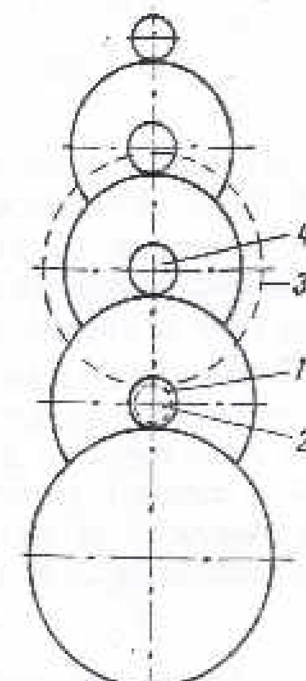


Fig. 159. Schema cinematică a mecanismului cu secundar central.

a. **Ceasornicul Rosskopf** (fig. 157) nu are o roată care să se rotească o dată la oră. Pinionul pătrar *1* şi roata orară *2*, care la un ceas normal se montează pe axul minutar *5*, se rotesc în jurul unui ştift nituit în platină. Antrenarea lor se face printr-un pinion *3*, respectiv o roată schimbătoare *4*.

Mecanismul Rosskopf prezintă avantajul că se economisește o pereche de roți dințate, dar și dezavantajul că indicatorul minutar are un joc mare (jocul dintre dinții roții schimbătoare și dinții pinionului pătrar).

b. **Ceasornicul cu pinion minutar special** (fig. 158) prezintă avantajul că permite o mai bună aranjare a roților, reducînd astfel gabaritul mecanismului.

La ceasornicele normale, axul minutar trebuie să fie în centrul mecanismului (poartă indicatorul minutar). Această condiție limitează posibilitățile de aranjare.

Pinionul minutar special *2* se montează pe un știft împreună cu pinionul pătrar *3*. El este antrenat de roata motoare *1*. Acest mecanism prezintă dezavantajul că are un pinion mai mult, iar indicatorul minutar este cu joc.

3. Ceasornice cu mecanismul indicator special

La ceasornicele normale, indicatorul minutar se montează pe axul minutar, cel orar pe bucșa orară, concentrică cu axul minutar, iar cel secundar, dacă există, pe axul secundar, deplasat față de primele două. Cadranul este divizat în 12 părți egale și indicatorul orar se rotește o dată la 12 ore. Mecanismul indicator se compune din pinionul pătrar, roata și pinionul schimbător și roata orară. Raportul total de transmisie este de 12 : 1.

Dintre ceasornicele cu mecanismul indicator special se menționează: ceasornicul cu 24 diviziuni și ceasornicul cu secundar special.

a. **Ceasornicul cu 24 diviziuni** are mecanismul indicator asemănător cu cel normal numai că raportul total de transmisie este de 24 : 1 și indicatorul orar se rotește o dată la 24 h.

b. **Ceasornicul cu secundar central** (fig. 159) are față de un ceasornic normal o pereche de roți dințate în plus. Pinionul secundar *1* se montează pe axul minutar *2* și este antrenat de o roată intermediară suplimentară *3* montată pe axul intermediar *4*. Ceasornicul cu secundar central are avantajul că indicatorul secundar poate avea lungimea celui minutar și dezavantajul că este mai scump.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt părțile principale ale lanțului cinematic?
2. Ce rol funcțional îndeplinește mecanismul de durată?
3. Dar cel de numărare?
4. Ce este un mecanism de durată normal?
5. Care sînt mecanismele de durată speciale?
6. Care sînt elementele mecanismului de numărare normal?
7. Care sînt mecanismele de numărare speciale?
8. Care sînt mecanismele indicatoare speciale?

CAPITOLUL VI

CEASORNICE DE MÎNĂ CU SEMNALIZARE

Din grupa ceasornicelor cu dispozitive speciale fac parte următoarele tipuri:

— ceasornicele cu dispozitive de semnalizare;
— ceasornicele cu calendar;
— ceasornicele etanșe;
— ceasornicele cu armare automată.

Ceasornicele de mînă cu semnalizare au apărut relativ recent (după al doilea război mondial) dar cu toate acestea sînt însă foarte multe tipuri constructive. Ele diferă mai ales la partea de acționare și reglare și pot fi cu un singur arc motor, cu două arcuri motoare, cu un singur buton (coroană) pentru armare, cu două butoane etc.

În figurile 160—163 este reprezentat un ceasornic de mînă cu semnalizare avînd două arcuri motoare (unul pentru partea de mers și unul pentru partea de semnalizare), buton și pod oscilant.

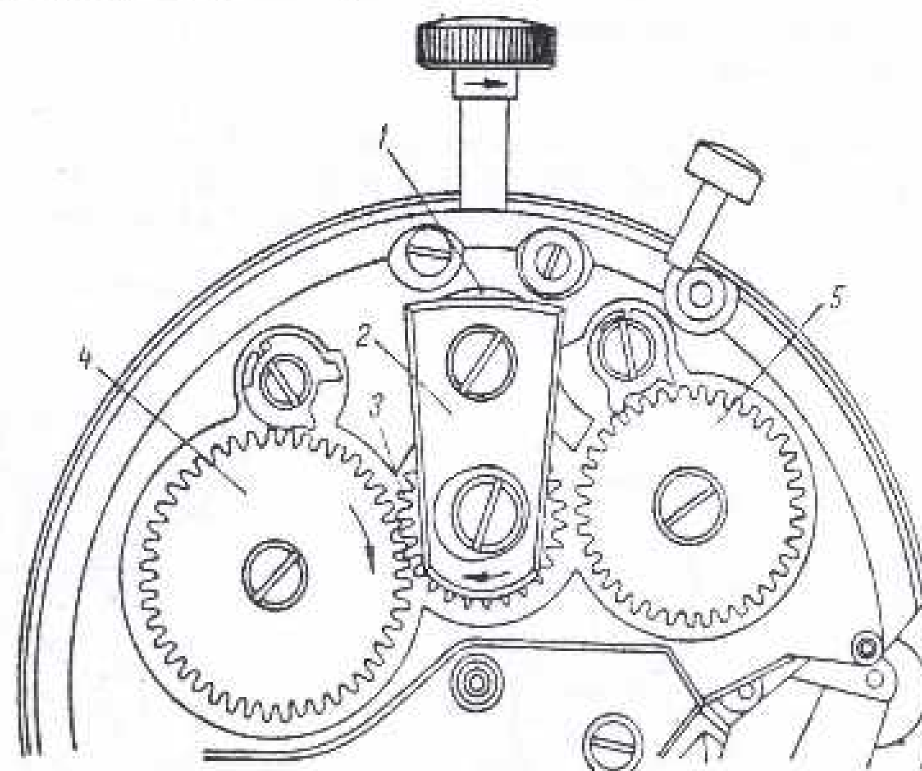


Fig. 160. Mecanismul de armare al ceasornicului de mînă cu semnalizare.

Mecanismul de semnalizare se compune din cinci părți principale:

— mecanismul de armare;
— mecanismul de reglare;
— mecanismul de sonerie;
— mecanismul de oprire;
— mecanismul de declanșare.

a. **Mecanismul de armare** este reprezentat în figura 160. Se compune din roata mare de armare *1*, un pod oscilant *2* care oscilează liber în jurul axului roții *1* și roata de armare ajutătoare *3* montată la capătul podului oscilant și care este în angrenaj continuu cu roata *1*.

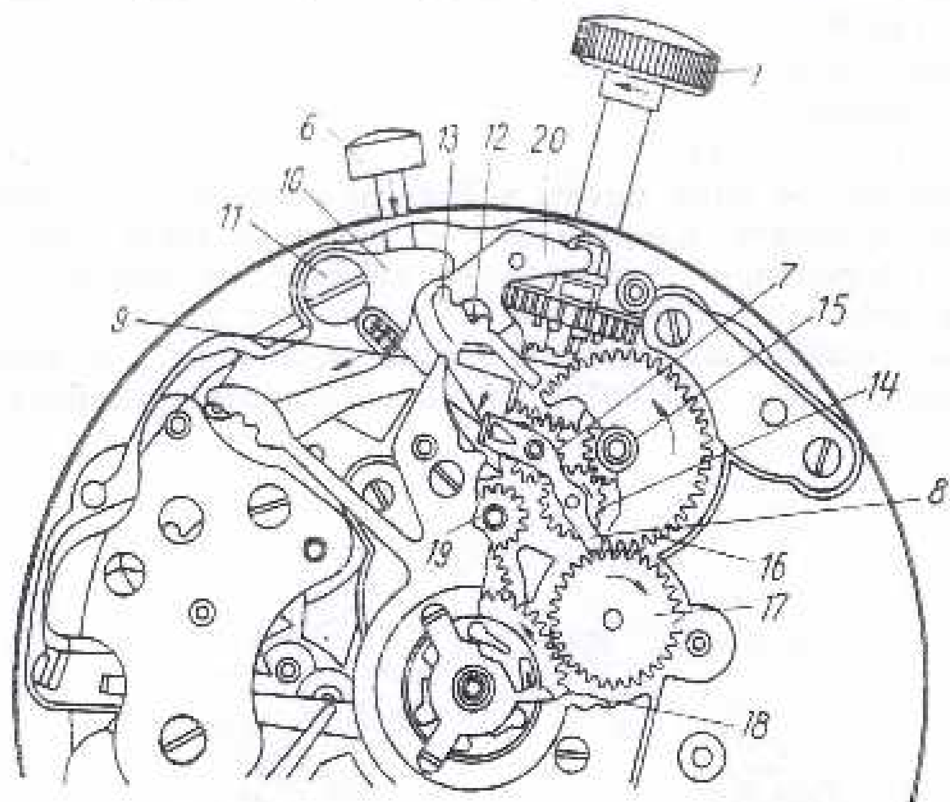


Fig. 161. Mecanismul de reglare al ceasornicului de mînă cu semnalizare.

Pentru armare, se apasă coroana în interior, astfel încît se cuplează cu roata de armare *1*. Dacă se rotește coroana în sensul indicat de săgeată, podul oscilant se rotește spre stînga și roata *3* intră în angrenaj cu roata de clichet *4* armînd arcul motor pentru mers. Dacă coroana se rotește în sens invers, podul se rotește la dreapta și se armează arcul motor pentru semnalizare prin intermediul roții de clichet *5*.

b. **Mecanismul de reglare** este reprezentat în figura 161. Reglarea indicatoarelor minutar, orar și sonerie se face cu ajutorul coroanei și a butonului *6*. Prin tragerea în exterior a coroanei se decuplează mecanismul de armare și se cuplează pinionul *7* de la mecanismul de reglare. În jurul axului acestui pinion poate oscila podul a cărui poziție se fixează cu arcul *9*. Capătul arcului este montat în brațul de comandă *10*, iar celălalt capăt intră în degajarea podului. Cu ajutorul butonului *6* acest braț se poate roti în jurul axului *11* ocupînd trei poziții distincte definite de cama *12* și arcul *13*.

Cînd butonul *6* este în poziția mijlocie, arcul *9* va fi liber împreună cu podul *8*. Dacă butonul este apăsat, arcul *9* se va deplasa în jos (în direcția indicată cu săgeată) și podul se va roti astfel încît roata oscilantă *14* va intra în angrenaj cu pinionul *15*. Dacă coroana se va roti în sensul săgeții, mișcarea se va transmite prin roțile *7*, *14*, *15*, *16* și *17*, la roata declanșatoare *18*, pe a cărei bucșă este montat indicatorul sonerie.

Dacă se va roti coroana în sens contrar podul oscilant va scoate roata *14* din angrenaj și se va roti în gol.

Prin tragerea în exterior a butonului *6*, podul oscilant *8* va oscila sub forța arcului *9* în cealaltă poziție și va cupla roata de reglare a indi-

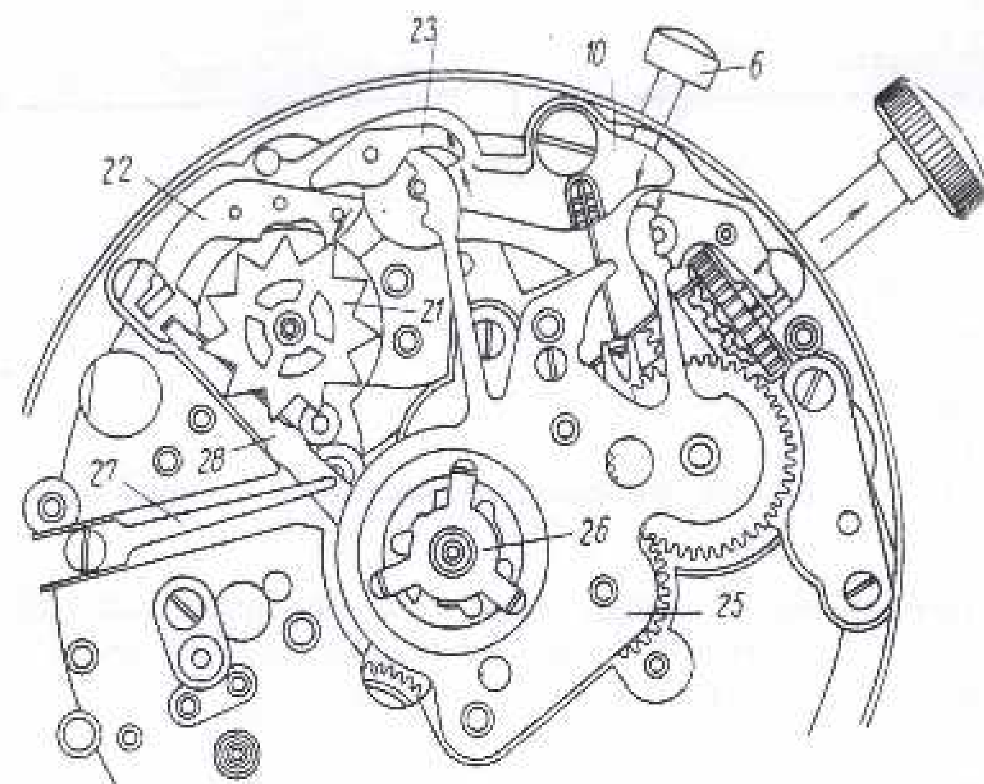


Fig. 162. Mecanismul de sonerie al ceasornicului de mînă cu semnalizare.

catoarelor de timp *19*. În acest caz coroana rotită în sensul săgeții va regla indicatoarele de timp, iar rotită în sens invers va merge în gol.

Din figură se poate observa că butonul *6* este în legătură cu coroana *1* prin intermediul brațului *10* și pîrghiei *20*. Astfel cînd se apasă coroana pentru armare, butonul este scos și cuplajul spre indicatoare întrerupt.

c. **Mecanismul de sonerie** este reprezentat în figura 162. În principiu acest mecanism este același ca și la deșteptătoare. Arcul motor rotește caseta care angrenează direct cu pinionul eșapamentului *21*. Roata eșapamentului fixată rigid pe axul ei acționează furca *22* care este prevăzută la capăt cu o greutate. Această greutate (ciocănelul) lovește în oscilația ei un corp sonor (clopoțelul) producînd semnalul.

d. **Mecanismul de oprire**. Soneria se oprește prin apăsarea butonului *6* (v. fig. 162) care rotește brațul *10* iar acesta rotește pîrghia opritoare *23* care blochează furca. Cînd butonul *6* este în poziția mijlocie, soneria este blocată.

e. **Mecanismul de declanșare** a soneriei este reprezentat în figura 163. Și acest mecanism este foarte asemănător cu cel de la ceasornicul deșteptător. Roata declanșatoare *18* este montată pe același ax cu roata *24* și este apăsată spre acesta de arcul cu trei brațe *26* (v. fig. 162). Roata

orară este prevăzută cu trei gheare ridicate la aceeaşi înălţime şi cu acelaşi unghi dar aşezate pe raze diferite iar roata declanşatoare are trei orificii. Cînd ghearele ajung în dreptul orificiilor arcul cuplător *28*

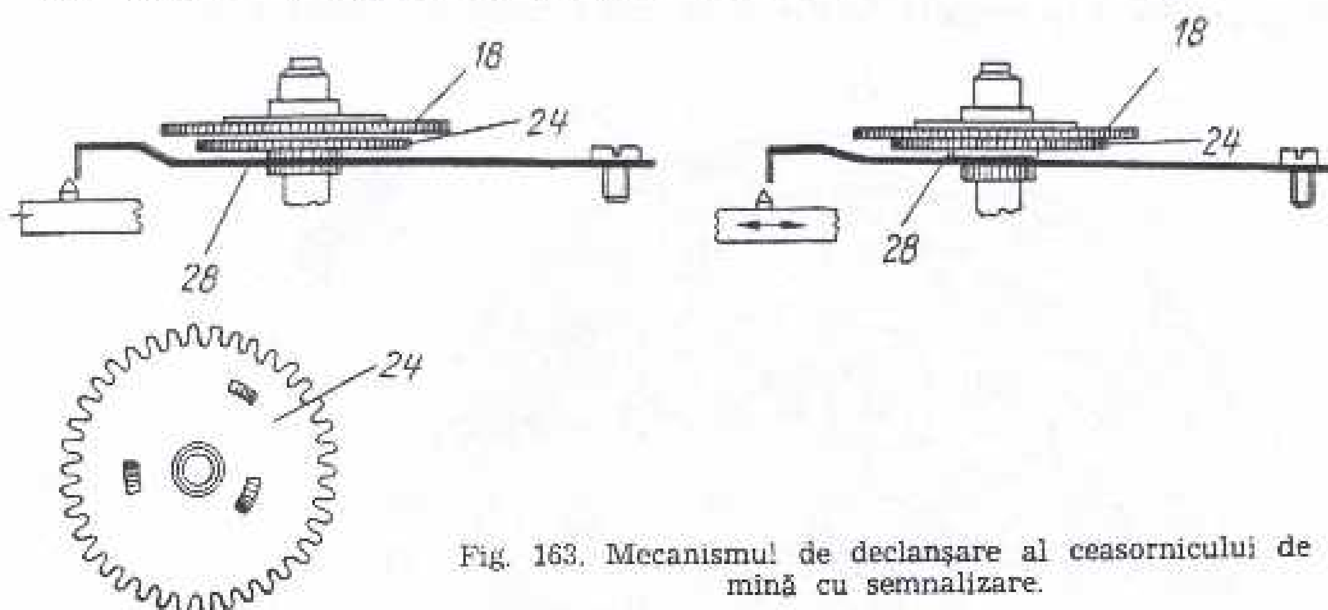


Fig. 163. Mecanismul de declanşare al ceasornicului de mînă cu semnalizare.

împinge roata orară în sus şi capătul îndoit al arcului eliberează ştiftul furcii cu ciocănel *22*. Cu ajutorul frînei *27* se poate regla viteza de vibrare a ciocănelului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt ceasornicele cu dispozitive speciale?
2. Care sînt părţile principale ale mecanismului de semnalizare?
3. Cum se armează ceasornicul de mînă cu semnalizare?
4. Cum se reglează soneria?
5. Cum funcţionează mecanismul de sonerie?
6. Cum se opreşte soneria?
7. Cum funcţionează mecanismul de declanşare?

CAPITOLUL VII

CEASORNICE DE MÎNĂ CU CALENDAR

Ceasornicul cu calendar este un ceasornic care pe lîngă timpul (ora, minutul şi secunda) indică şi data. De cele mai multe ori aceste ceasornice indică numai un număr de la 1 la 31, uneori arată şi ziua săptămînii (luni, marţi etc.) iar foarte rar indică şi luna. Inscripţiile referitoare la

dată sînt trecute pe unul, două respectiv trei discuri care se rotesc cu o diviziune o dată la 24 h respectiv o dată la lună. Inscripţia apare în dreptul unei ferăstruici, restul discului fiind acoperit de cadran.

Rotirea şi poziţionarea discurilor se poate face în foarte multe feluri grupate în trei grupe:

— rotirea înceată;
— rotirea rapidă;
— rotirea prin săritură.

a. **Mecanismul de rotire înceată a discului calendar** este reprezentat în figura 164. Antrenarea mecanismului se face de la roata orară *1* care prin intermediul pinionului *2* roteşte roata calendar *3* o dată la 24 h. Pe roata calendar este montat rigid discul de comandă *4* cu ştiftul de antrenare *5*. Frîna *6* asigură angrenajul şi poziţionarea corectă. În rotirea sa (în sensul săgeţii) ştiftul *5* va întîlni un dinte al danturii interioare a dis-



Fig. 164. Mecanismul de rotire înceată a discului calendar.

cului calendar şi îl va antrena. În acest timp limba de blocare *7* se ridică datorită înclinării dinţilor şi va comprima arcul *8*. Rotirea lentă a discului calendar continuă pînă cînd dintele a depăşit vîrful limbii de blocare. În acest moment sub presiunea arcului *8* limba este împinsă în golul dinţilor, rotind brusc discul calendar pînă la poziţia de blocare iar ştiftul de antrenare îşi continuă liber drumul său.

Dezavantajele mecanismului sînt:

— schimbarea datei durează aproximativ două ore și între orele 22 și 24 nu se poate citi data;

— rotirea indicatoarelor nu se poate face decît înainte, în caz contrar se blochează ceasul;

— pentru schimbarea datei, indicatorul trebuie rotit înainte cu 24 h.

Avantajul mecanismului constă în faptul că este foarte simplu.

b. **Mecanismul de rotire rapidă a discului calendar** (sistem LONGINES) este reprezentat în figura 165. Antrenarea mecanismului se face de la roata schimbătoare *1* care angrenează cu roata calendar *2*. Raportul de transmisie este astfel ales încît roata calendar să facă nouă rotații complete în 24 h. Pe roata *2* este montată rigid limba de antrenare *3* care la fiecare rotire împinge înainte roata de blocare *4* cu un dinte. Poziționarea roții de blocare se face cu arculețul *5*. Pe același ax cu roata de blocare se află o roată cu un singur dinte *6* care la fiecare rotire întoarce discul calendar cu un dinte. Poziționarea discului calendar *7* se face ca și în cazul precedent cu limba cu arc *8*.

La acest mecanism indicatoarele se pot roti înainte și înapoi; schimbarea datei se face într-un interval mai mic de o oră, iar schimbarea manuală a datei se face tot prin rotirea indicatoarelor cu 24 h.



Fig. 165. Mecanismul de rotire rapidă a discului calendar.



Fig. 166. Mecanismul de schimbare a datei prin săritură.

c. **Mecanismul de schimbare a datei prin săritură** este reprezentat în figura 166. Roata orară *1*, prin intermediul roții *2*, rotește roata calendar o dată la 24 h. Solidar cu roata calendar *3* se rotește limba de antrenare *4* care comandă culisa *5*. Culisa este împinsă de arcul *6* și se poate roti în jurul bolțului 7. Brațul limitator al culisei *8* se reazemă de mecanism. În rotirea ei, limba de antrenare *4* intră liberă în cavitatea culisei fără să atingă brațul *9* de antrenare a culisei. Rotindu-se în continuare, limba *4* atinge suprafața *10*, rotește culisa spre dreapta și scoate brațul *9* dintre dinții discului calendar, comprimînd arcul *6*. Cînd limba *4* ajunge în partea de jos *11*, culisa este trasă în jos comprimînd în continuare arcul *6*. Pe măsură ce limba *4* alunecă pe partea de jos a culisei *11*, spre capătul ei, culisa se rotește spre stînga și brațul *9* intră în golul dintelui următor. Rotirea culisei este oprită de tamponarea brațului limitator *8*. Cînd limba *4* ajunge la capătul culisei aceasta se eliberează iar arcul *6* o împinge în poziția inițială rotind în același timp discul calendar cu o diviziune.

Acest mecanism are avantajul că schimbarea datei se face instantaneu la ora 24 iar pentru schimbarea manuală a datei este suficient să se rotească indicatoarele înapoi și apoi înainte cu 5 min față de ora 24.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un ceasornic cu calendar?
2. Cum se clasifică mecanismele de schimbare a datei?
3. Cum funcționează mecanismul de rotire lentă?
4. Care sînt dezavantajele acestui mecanism?
5. Cum funcționează mecanismul de rotire rapidă?
6. Cum se produce schimbarea manuală a datei la acest mecanism?
7. Cum funcționează mecanismul de schimbare a datei prin săritură?
8. Care sînt avantajele acestui mecanism?

CAPITOLUL VIII

CEASORNICE ETANȘE

Ceasornicele care nu permit pătrunderea prafului și a apei în interiorul mecanismului se numesc *ceasornice etanșe* sau *antiacvatice*.

Etanșarea apără mecanismul de degradare prematură. Praful împreună cu uleiul de ungere formează o pastă care uzează repede piesele în mișcare (fusurile). Apa sub formă de picături sau de abur, dar mai ales vaporii unor substanțe chimice, atacă piesele foarte fine ale mecanismului distrugîndu-le prin corodare.

La ceasornicele de mînă obișnuite sînt patru locuri critice unde poate să pătrundă apa în mecanism și anume:

— la coroana de armare;

— la îmbinarea capacului cu carcasa;

— la îmbinarea geamului pe inelul său;
— la îmbinarea inelului de geam cu carcasa.

La ceasornicele etanșe s-a redus numărul locurilor critice la trei prin eliminarea inelului de geam. Geamul se montează direct pe carcasă.

a. **Etanșarea coroanei de armare** este foarte greu de rezolvat pentru că aceasta pe lîngă mișcarea de rotație are și o mișcare axială (pentru

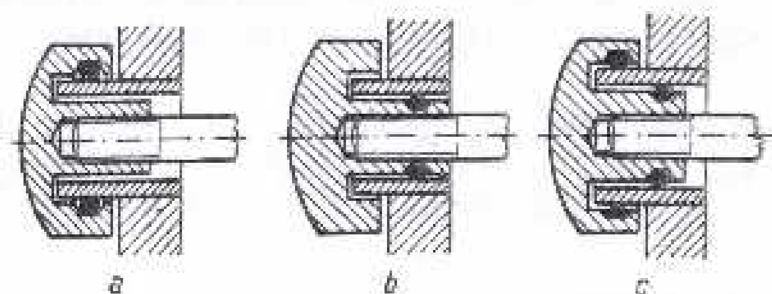


Fig. 167. Etanșarea coroanei cu inel de cauciuc.

potrivirea indicatoarelor) și materialul de etanșare se uzează cu timpul. Pe de altă parte coroana trebuie să nu se miște prea greu datorită frecărilor cu materialul de etanșare. Drept material de etanșare se folosește în mod curent cauciucul dar uneori și polivinilul sau plumbul.

La ceasornicele mai simple etanșarea coroanei se face cu unul (fig. 167, *a*, *b*) sau două (fig. 167, *c*) inele de cauciuc. La acestea un rol hotărîtor îl joacă duritatea cauciucului. Dacă cauciucul este prea moale se întinde și se deformează, iar dacă este prea dur se sfărîmițează. Acest sistem are dezavantajul că o etanșare, chiar perfectă la început, se pierde cu timpul datorită uzurii garniturilor.

Etanșarea coroanei la ceasornicele mai fine sau cu utilizări speciale (sport, scafandru etc.) este reprezentată în figura 168. La acestea inelul de etanșare din cauciuc este presat de un arc de oțel, compensîndu-se astfel uzura.

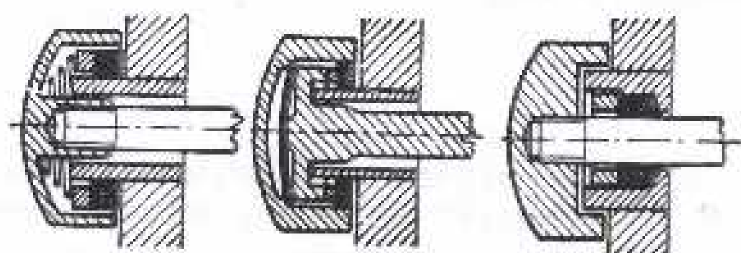


Fig. 168. Etanșarea coroanei cu inel de cauciuc și arc.

b. **Etanșarea locului de îmbinare a capacului cu carcasa** se poate face în mai multe feluri, împărțite în trei grupe:

— carcasa și capacul au același diametru;
— capacul este fixat prin apăsare;
— carcasa are filet interior.

1) Modul de fixare a capacului cînd acesta are același diametru cu carcasa este arătat în figura 169. Fixarea se face fie cu un *inel elastic* (fig. 169, *a*), fie cu un *inel filetat* (fig. 169, *b*). În primul caz garnitura de cauciuc rotundă este presată într-un canal circular cu profil unghiular din carcasă. În cazul al doilea garnitura pătrată este presată în cele două canale din carcasă și capac de formă dreptunghiulară. Capacul este asigurat împotriva rotirii din timpul înșurubării inelului cu un știft.

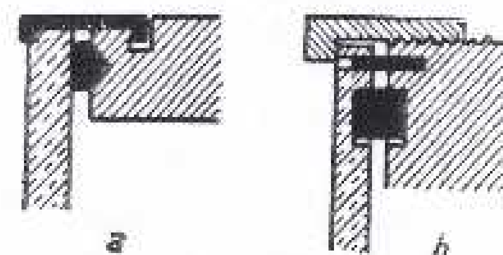


Fig. 169. Modul de fixare a capacului cu inel exterior.

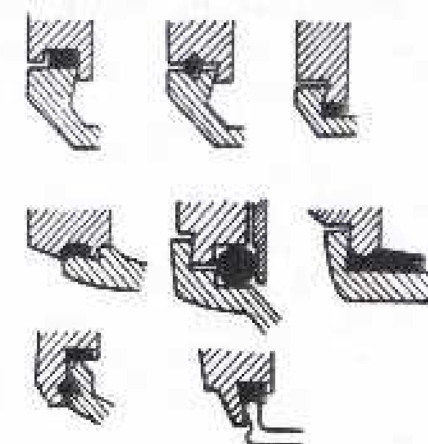


Fig. 170. Modul de fixare a capacului prin presare.

Dacă capacul s-ar roti el ar distruge garnitura și etanșarea nu ar fi asigurată.

În primul caz etanșarea nu este totdeauna asigurată spre deosebire de cazul al doilea cînd ea este sigură. Ambele metode se folosesc foarte rar datorită aspectului inestetic.

2) La unele ceasornice etanșe capacul se fixează ca și la cele obișnuite *(prin apăsare)* numai că între capac și carcasă se pune o garnitură de cauciuc (fig. 170). Datorită forței relativ mici de reținere a capacului garnitura trebuie să fie foarte moale. Acest sistem este simplu dar nu asigură o etanșare perfectă.

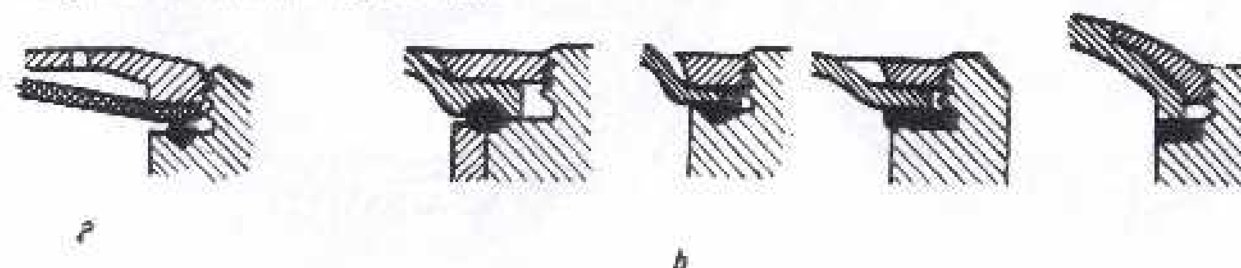


Fig. 171. Moduri de fixare a capacului: *a* — direct prin filet; *b* — prin inel filetat.

3) Majoritatea ceasornicelor etanșe au *capacul fixat prin filet*, fie direct (fig. 171, *a*), fie prin intermediul unui inel (fig. 171, *b*). În toate cazurile carcasa este prevăzută cu un filet interior iar între capac și carcasă se află o garnitură de cauciuc. La fixarea fără inel, capacul trebuie rotit la înșurubare, și de aceea între acesta și garnitură se pune un inel sau disc metalic sau din alt material tare pentru a proteja garnitura.

Pentru înșurubarea capacului sau inelului se folosesc diferite chei fixe (fig. 172) sau cheia universală care are trei bucșe reglabile în care se montează diferite gheare după felul locașului din capac, respectiv inel.

c. **Etanșarea locului de imbinare a geamului cu carcasa** se poate face în mai multe feluri, împărțite în trei grupe:

— montarea geamului prin presare;
— montarea geamului prin inel interior;
— montarea geamului prin inel exterior și garnitură.

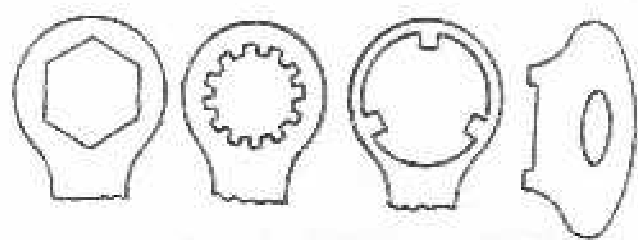


Fig. 172. Chei pentru deșurubarea capacului.

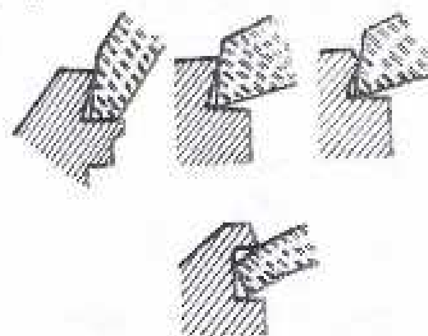


Fig. 173. Fixarea geamului prin presare.

1) *La montarea geamului prin presare* se folosește pentru etanșare proprietatea de plasticitate a plexicului. Geamul din plexic se introduce în canalul circular din carcasă de diferite forme (fig. 173) prin presare. Canalele sînt astfel făcute încît o muchie ascuțită sub presiune să intre puțin în materialul geamului asigurînd etanșarea. Acest mod de fixare a geamului are dezavantajul că geamul este încontinuu tensionat ceea ce provoacă îmbătrînirea lui (fisurarea și chiar sfărîmarea).

2) *Montarea geamului prin inel interior* (fig. 174) elimină tensionarea geamului. Se aplică la ceasornicele etanșe de calitate medie. Pentru montare, în acest caz, geamul i se dă prin bordurare la cald exact forma locașului din carcasă. Astfel geamul intră ușor în locașul său și este menținut în această poziție de forța de presare a unui inel elastic de oțel. Acest mod de fixare are dezavantajul că mărește carcasa ceasornicului.



Fig. 174. Fixarea geamului cu inel interior elastic.

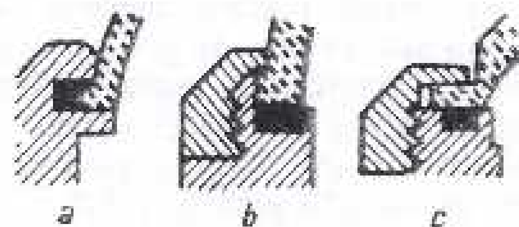


Fig. 175. Fixarea geamului cu inel exterior filetat.

3) La ceasornicele de calitate ridicată și la cele pentru scafandri fixarea geamului se face *cu inel exterior de cauciuc* (fig. 175, *a*) sau *cu inel exterior filetat și garnitură de cauciuc* (fig. 175, *b*, *c*). Acest mod de fixare asigură o etanșare perfectă.

La majoritatea ceasornicelor de mînă geamul se fabrică din plexiglas datorită proprietății acestuia de a nu fi fragil. Dar acest material are

și marele dezavantaj de a nu fi perfect etanș la apă. Vaporii de apă trec prin el datorită fenomenului de difuziune. Astfel într-un ceasornic menținut un timp îndelungat într-un mediu umed, aerul va avea umiditatea mediului exterior. Dacă acest ceasornic este răcit brusc, vaporii de apă din interior se condensează și picăturile se depun pe geam și capac. În acest caz ceasornicul trebuie desfăcut și apa îndepărtată.

Pentru verificarea etanșeității, ceasornicul se pune într-un mic recipient perfect închis, prevăzut cu o pompă de apă și un manometru sensibil. Se introduce apa în recipient la presiunea de verificare (cîteva atmosfere) și se observă indicația manometrului. Dacă presiunea rămîne constantă ceasornicul este etanș iar dacă presiunea scade înseamnă că apa pătrunde în mecanism.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic etanș?
2. In ce scop se etanșează ceasornicele?
3. Care sînt locurile la etanșare?
4. Cum se face etanșarea coroanei?
5. În cîte feluri se poate face etanșarea capacului?
6. De ce se pune între capacul filetat și garnitură un inel?
7. Cum se demontează capacul filetat la ceasornicele etanșe?
8. Care sînt principalele moduri de etanșare a geamului?
9. Care dintre acestea asigură etanșarea cea mai bună?
10. Cum se explică apariția picăturilor de apă în ceasornicele etanșe?
11. Cum se verifică ceasornicele etanșe?

CAPITOLUL IX

CEASORNICE DE MÎNĂ CU ARMARE AUTOMATĂ

A. GENERALITĂȚI

Ceasornicele cu armare automată prezintă două mari avantaje față de cele obișnuite:

— exploatarea lor este foarte comodă prin aceea că nu trebuie armate, fapt care are o importanță foarte mare la ceasornicele etanșe (nu se uzează garnitura coroanei de armare);

— precizia lor este mai ridicată decit a ceasornicelor obișnuite de aceeași calitate prin faptul că arcul motor fiind mereu armat produce un moment constant.

Principiul după care funcţionează ceasornicele automate actuale este cunoscut de mult. Încă în anul 1760 s-au construit ceasornice de navigaţie (eşapamentul cronometru nu era cunoscut) cu armare automată. La acestea s-a montat o greutate pe un braţ în centrul mecanismului cu posibilitatea de a oscila cu un unghi de 360° şi care a armat arcul în

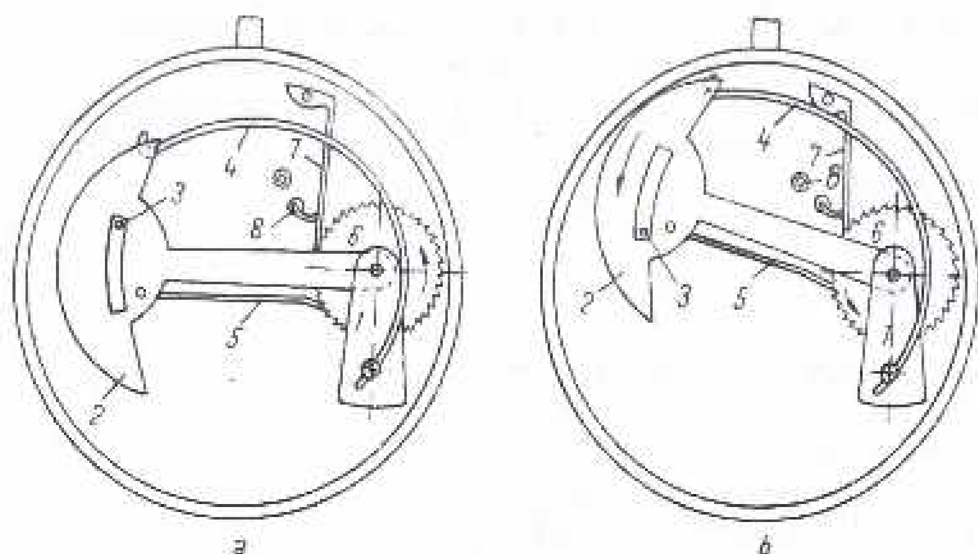


Fig. 176. Mecanismul de armare automată a ceasornicului de buzunar.

ambele sensuri prin intermediul unui angrenaj şi al unui mecanism cu clichet. Pentru armare s-a folosit mişcarea de balansare a vaporului.

În anul 1892 s-a construit un ceasornic de buzunar cu mecanism de armare automată reprezentat în figura 176, *a*. În jurul punctului *1* oscilează corpul de armare *2*, limitat în mişcarea sa de ştiftul *3*. Corpul *2* este ţinut în poziţia ridicată de arcul *4*. Datorită mişcărilor purtătorului, corpul de armare va oscila şi, împreună cu el, arcul clichet *5* care va roti roata de clichet *6* în sensul săgeţii. La ridicarea corpului *2* datorită arcului *4* roata de clichet nu se va roti înapoi fiind blocată de clichetul de blocare *7*. Printr-un angrenaj mişcarea este transmisă la roata de armare a arcului. Cînd acesta este complet armat, cama *8* (fig. 176, *b*) ridică clichetul de blocare dintre dinţii roţii de clichet şi aceasta va oscila împreună cu corpul *2*. O dată cu scurgerea timpului arcul motor se desfăşoară, cama *8* se va roti şi clichetul de blocare intră din nou în funcţiune.

În prezent se folosesc foarte multe sisteme de armare la ceasornicele de mînă care se compun din următoarele părţi principale:

— o greutate montată excentric care produce forţa necesară;
— un mecanism pentru transmiterea mişcării la arcul motor;
— un dispozitiv pentru limitarea armării.

Unele mai sînt înzestrate cu:

— un dispozitiv pentru semnalizarea rezervei de mers;
— un dispozitiv pentru decuplarea armării manuale de cea automată.

După felul în care sînt construite aceste dispozitive ceasornicele automate se pot clasifica astfel:

— cu greutatea fixată de un ax central;
— cu greutatea fixată pe circumferinţa exterioară (inel dinţat);
— cu greutatea fixată pe două coloane (cu mişcare liniară).

Dintre acestea, la primele două tipuri de ceasornice greutatea are o mişcare circulară, iar la ultimul o mişcare de translaţie. La cele cu mişcare circulară se deosebesc două subgrupe:

— cu mişcare oscilatorie;
— cu mişcare de rotaţie în ambele sensuri (rotor).

După felul cum se transmite mişcarea se deosebesc următoarele tipuri:

— cu sector dinţat;
— cu excentric;
— cu roată planetară;
— cu pod oscilant;
— cu roată de clichet dublă.

În toate aceste cazuri mişcarea se poate transmite fie numai într-un singur sens, fie în ambele sensuri.

În clasificarea de mai sus la fiecare grupă există multe variante constructive. În prezent se cunosc peste 50 de sisteme, iar în fiecare an apar 5—6 sisteme noi.

1. Principiul de funcţionare

Pentru a înţelege principiul de funcţionare al ceasornicelor de mînă se vor descrie două sisteme de armare cu greutatea fixată în centrul mecanismului, unul cu mişcare oscilatorie şi celălalt cu mişcare de rotaţie.

Greutatea avînd forma unui sector de cerc (fig. 177) este montată fie rigid pe un ax şi se roteşte împreună cu el, fie liber pe un bolţ fixat în platină din spate. Greutatea montată între platină şi capac se poate roti liber fără să atingă platina, carcasa sau capacul. Momentul produs de greutate este mult prea mic pentru a acţiona direct asupra arcului motor şi de aceea între ele se intercalează un angrenaj cu un raport de reducere de la 1/30 pînă la 1/200.

Din această cauză la o rotire completă a greutăţii roata de clichet de pe axul motor se roteşte cu un unghi cu mult mai mic decît unghiul de divizare al roţii şi clichetul se opreşte undeva pe dinte (fig. 178). Această situaţie permite rotirea, în sensul invers armării, a întregului lanţ cinematic pînă la greutate şi produce solicitări suplimentare în mecanism. De aceea se mon-

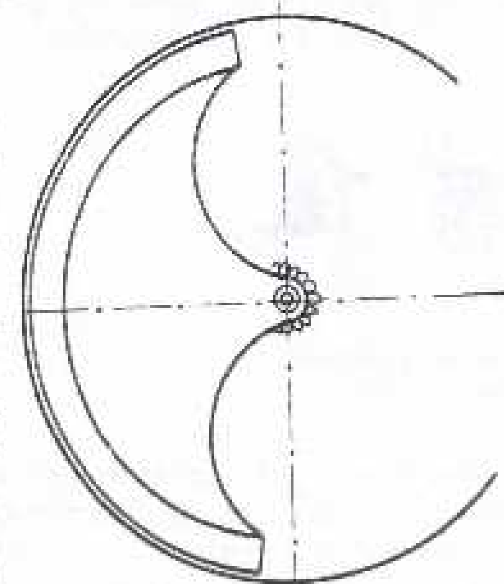


Fig. 177. Rotor cu masă excentrică.

tează un al doilea clichet de blocare pe roată, în apropierea greutății, care la o oscilație a greutății se rotește mai mult decît unghiul de divizare și oprește rotirea în sens contrar.

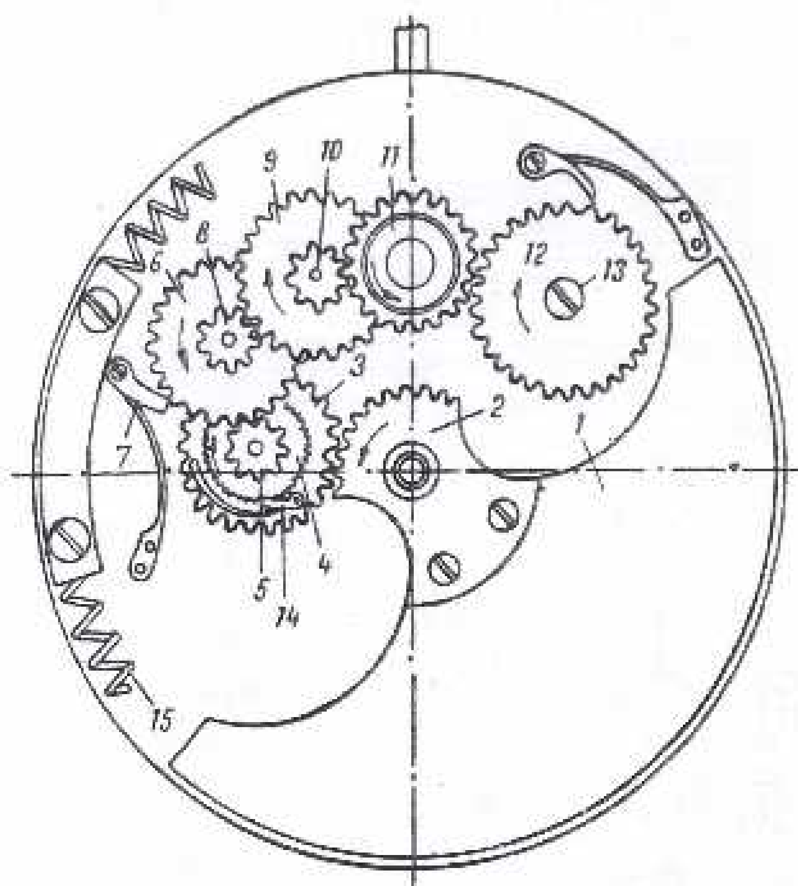


Fig. 178. Mecanism de armare automată cu greutate oscilantă.

Principiul de funcționare a sistemului de armare automată reprezentat în figura 178 este următorul:

Sectorul dințat *2* fixat pe greutatea *1* angrenează cu roata dințată *3* care se poate roti liber în jurul axului. Pe același ax cu ea este montată roata de clichet *4* legată rigid cu pinionul *5*. Acest pinion angrenează cu roata *6* care servește și drept roată de clichet pentru clichetul de blocare *7*. Rigid cu ea se leagă pinionul *8* care prin intermediul roților *9* și *10* transmite mișcarea la roata de armare *11*. Aceasta angrenează cu roata de clichet *12* montată pe axul motor *13*.

Dacă sectorul dințat *2* se rotește în sensul indicat prin săgeată, roata *3* antrenează și roata de clichet *4* și mișcarea se transmite pînă la arcul motor. Dacă dimpotrivă sectorul se rotește în sens contrar, clichetul *14* alunecă peste dinții roții de clichet și roata *3* se învîrte în gol. Deci armarea se face într-un singur sens.

La armarea manuală se rotește roata *11* în sensul săgeții. Din figură rezultă că acest lucru este posibil deoarece mișcarea se transmite numai pînă la roata de clichet *4*. Roata *3* și greutatea *1* rămîn libere.

La sistemele de armare cu greutăți oscilante, cursa este de obicei 160°. Ea se limitează cu două arcuri amortizoare *15*. Chiar și în

acest caz șocurile produse de greutate sînt destul de puternice din care cauză toate șuruburile ceasornicului trebuie bine strînse.

Ceasornicele cu armare automată au un număr mai mare de mecanisme cu clichet decît cele obișnuite. Datorită forței de apăsare a arcului

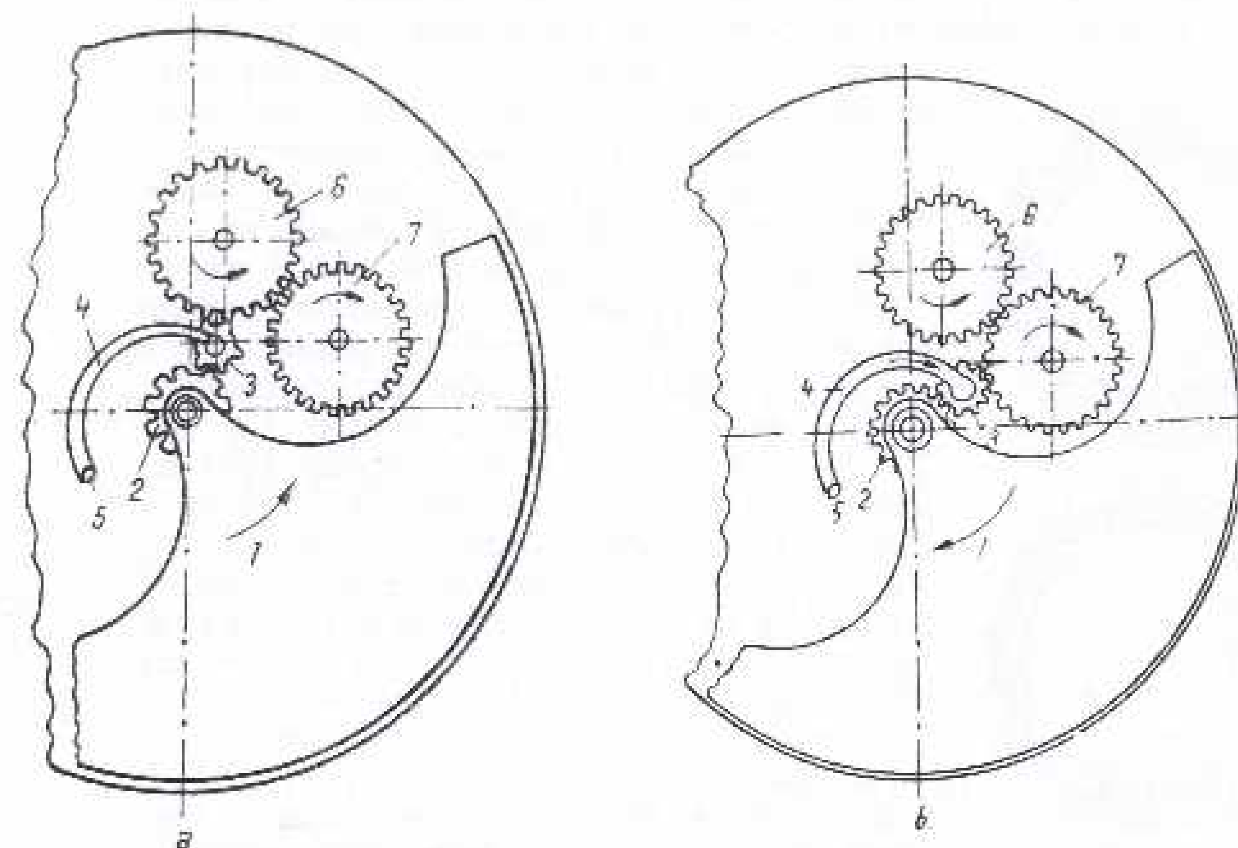


Fig. 179. Mecanism de armare automată cu rotor.

pe clichet ele sînt frîne în mecanismul de armare; de aceea forța arcurilor trebuie bine reglată iar suprafața dinților clichet bine șlefuită.

La mecanismul de armare cu greutate rotativă (rotor) din figura 179, *a*, arcul se armează în ambele sensuri de rotație. În acest scop mecanismul este prevăzut cu un angrenaj direcțional care transformă cele două sensuri de rotație ale rotorului într-un singur sens de rotație în angrenajul de transmisie.

Roata *2* montată rigid pe rotorul *1* este în angrenaj permanent cu pinionul planetar *3* montat pe capătul liber al brațului oscilant *4* care se poate roti liber în jurul punctului *5*.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, brațul *4* este împins înspre roata *6* și pinionul planetar *3* intră în angrenaj cu aceasta. Roata *6* angrenează cu roata *7* pe care o va roti în sensul orar.

Dacă rotorul se va roti în sens contrar (fig. 179, *b*) brațul *4* va fi împins spre roata *7* și pinionul planetar intră în angrenaj cu aceasta rotind-o tot în sensul acelor de ceasornic. În acest caz roata *6* se rotește liberă.

Mecanismele de armare cu rotor prezintă avantajul față de cele cu greutate oscilantă că nu produc șocuri în ceasornic iar cursa fiind mai mare (360°) au și eficiență mai mare.

2. Limitarea armării

La ceasornicele cu armare automată o condiție care se pune este aceea de a elimina supraarmarea arcului motor. La ceasornicele cu armare manuală supraarmarea se elimină prin simțul degetelor; și la cele automate se poate aplica același principiu, adică momentul produs de greutate să fie astfel calculat ca să producă o armare completă, dar să nu dea mecanismul peste cap (să lovească știftul balansierului în furcă). Acest lucru însă este greu de realizat. Dacă se alege un moment de armare mic este periclitată armarea, iar dacă se ia mai mare se produc solicitări mari în mecanismul de ceasornic în momentul cînd arcul este complet armat. De aceea în majoritatea cazurilor se recurge la un dispozitiv de limitare a armării (fig. 180).

În caseta arcului *1* se introduce prin frecare un inel elastic *3* prevăzut cu un cîrlig de care se agață capătul exterior al arcului motor *2*. Bineînțeles diametrul casetei trebuie astfel ales încît să fie respectate legile casetei. Cînd arcul motor este complet armat, momentul produs de el învinge forța de frecare dintre inel și casetă și inelul se rotește în casetă. Dacă inelul este mai scurt decît circumferința casetei (fig. 180, *a*), rotirea continuă pînă cînd se stabilește un nou echilibru între forța arcului și cea de frecare a inelului. În celălalt caz (fig. 180, *b*), cînd inelul este mai lung decît circumferința casetei, inelul face o rotație completă pînă cînd proeminența sferică a lui intră din nou în locașul din casetă.

Fig. 180. Dispozitiv de limitare a supraarmării.

Grosimea inelului este în general de 1,5 ori mai mare decît grosimea arcului și este suficientă pentru ca forța inelului să nu scadă simțitor în decurs de 10 ani de exploatare.

Montarea și demontarea inelului trebuie efectuate cu foarte mare atenție pentru a nu-l deforma iar ungerea lui se face cu ulei vîscos sau vaselină pentru a nu micșora forța de frecare.

3. Semnalizarea rezervei de mers

Unele tipuri de ceasornice cu armare automată au dispozitive pentru indicarea rezervei de mers. Acestea indică numărul de ore în care ceasornicul se oprește dacă nu va fi armat între timp.

În figura 181 este reprezentat un astfel de dispozitiv cu indicator și cadran rotitor. Dispozitivul se compune din două părți: una pentru rotirea indicatorului de armare și una pentru rotirea cadranului la desfășurarea arcului, în timpul funcționării ceasornicului.

La armare pinionul *3* montat rigid pe axul motor antrenează roata *4* pe al cărui ax este montat indicatorul *1*.

La desfășurarea arcului, roata dințată *5*, montată rigid pe casetă, antrenează roata *9* prin intermediul roților dințate *6*, *7* și *8*. Roata *9* este montată centric cu roata *4* dar se poate roti independent de aceasta între ele fiind montată șaiba *11*. Pe axul roții *9* este montat cadranul *2* care se rotește împreună cu ea. Cadranul este prevăzut cu știftul limitator *10* de care se tamponează indicatorul cînd arcul este complet armat. În acest moment frîna din interiorul casetei scapă și evită supraarmarea. Ambele, indicatorul și cadranul, se rotesc în același sens, iar poziția relativă dintre ele indică în orice moment rezerva de mers. În general cadranul este numerotat de la 1 la 36.

Fig. 181. Dispozitiv de semnalizare a rezervei de mers.

În figura 182 este reprezentat un mecanism diferențial de semnalizare a rezervei de mers. Pe axul tubular *1* (fig. 182, *a*) sînt montate liber roțile diferențiale *2* și *5* și prin nituire roata de transmisie *6*. Între cele două roți diferențiale se găsesc un rulment cu bile *3* și inelul *4* montat fix pe ax, iar între roțile *5* și *6* o șaibă elastică cu trei brațe *7*.

La armare (fig. 182, *b*), pinionul *9*, montat pe axul motor *8*, antrenează roata diferențială superioară *5* prin intermediul roții *10*. Roata *5* antrenează prin intermediul rulmentului și axului *1* roata de transmisie *6*, care rotește discul numerotat *11* în sensul indicat de săgeată.

La desfășurarea arcului (fig. 182, *c*), roata *12*, montată fix pe casetă, antrenează roata diferențială *2* iar aceasta rotește prin intermediul rul-

mentului roata *6* în sens invers celui de la armare. Astfel la armarea și la desfășurarea arcului, discul numerotat va fi rotit în sensuri diferite indicînd în orice moment diferența dintre ele, adică rezerva de mers.

Discul numerotat este montat pe un ax central sub cadran, iar indicațiile lui sub formă de cifre se citesc în dreptul unui orificiu din cadran.

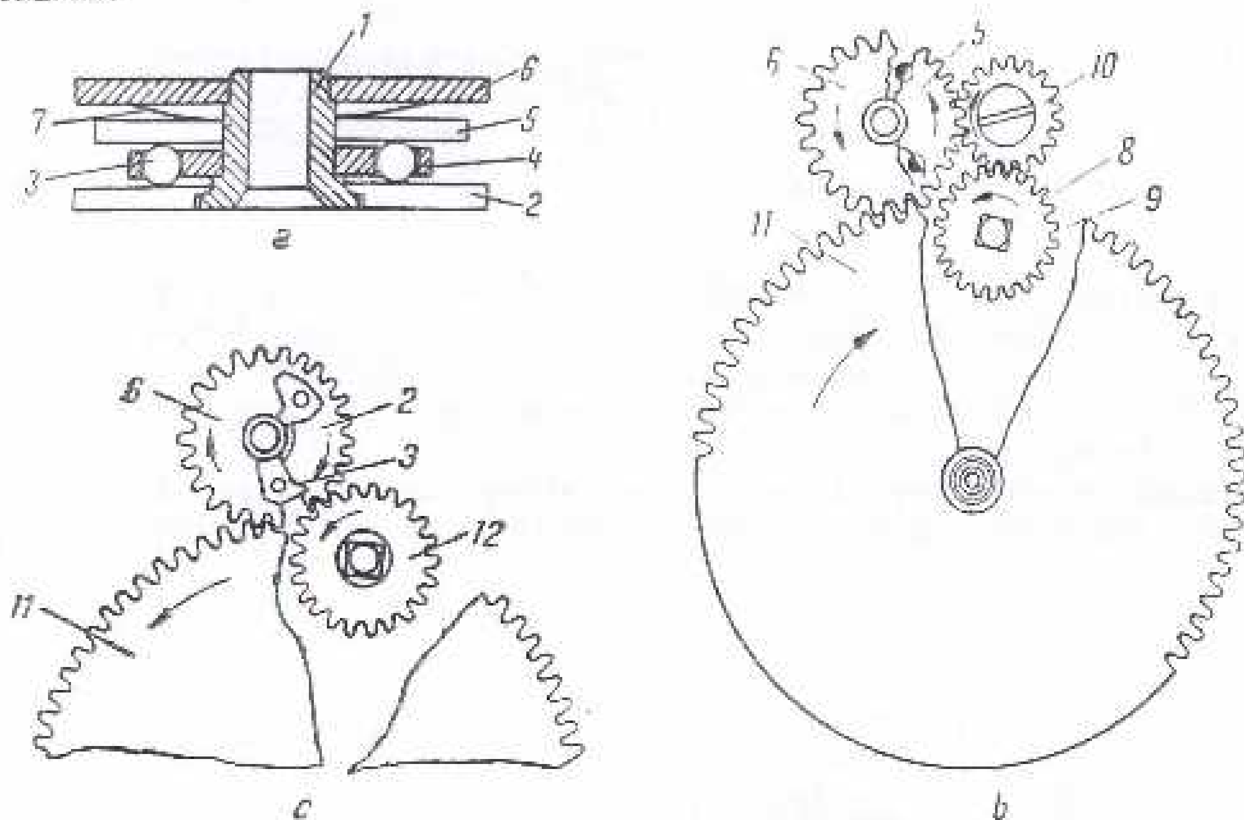


Fig. 182. Dispozitiv diferențial de semnalizare a rezervei de mers.

4. Decuplarea armării manuale

Ceasornicele cu armare automată mai fine, și în special cele etanșe, sînt prevăzute cu un dispozitiv pentru decuplarea armării manuale. Astfel cînd funcționează armarea automată roțile aferente armării manuale stau nemișcate și invers, cînd ceasornicul se armează manual armarea automată nu funcționează.

Dispozitivul de decuplare se montează în unele ceasornice din două motive:

— dacă mecanismul de armare manuală funcționează în permanență el se uzează (la ceasornicele etanșe se pierde etanșarea la coroană iar rezistența crește, pierzindu-se o parte din energie);

— dacă în timpul armării manuale este cuplat și mecanismul de armare automată, armarea se face greoi și nu se simte cînd arcul este complet armat.

În continuare se vor descrie cîteva din cele mai uzuale dispozitive de decuplare.

a. **Dispozitivul cu pod oscilant** (descris la ceasornicele obișnuite) este cel mai simplu, însă elimină numai prima deficiență. După cum s-a

arătat la acestea, datorită unui arculeț podul oscilant este scos din angrenaj. Se cuplează cu roata clichet numai la armarea manuală datorită presiunii ce apare la capătul podului oscilant. O dată armarea manuală terminată, arculețul rotește podul oscilant înapoi și scoate pinionul montat pe el din angrenaj.

b. **Dispozitivul de decuplare cu pod oscilant și două roți ajutătoare** este reprezentat în figura 183. Roata ajutătoare *1* este în angrenaj permanent cu roata de clichet *2*. Roata de armare *3* este montată liber pe axul podului oscilant și este în angrenaj permanent cu pinionul intermediar *5* montat pe capătul podului. Podul oscilant *4* este împins de arculețul *6* înspre roata *1*. Săgețile de pe figură indică sensul de rotație la armarea manuală. La armarea automată roata *5* primind mișcarea de la roata *1*, podul oscilant se va roti și roata *5* va ieși din angrenaj.

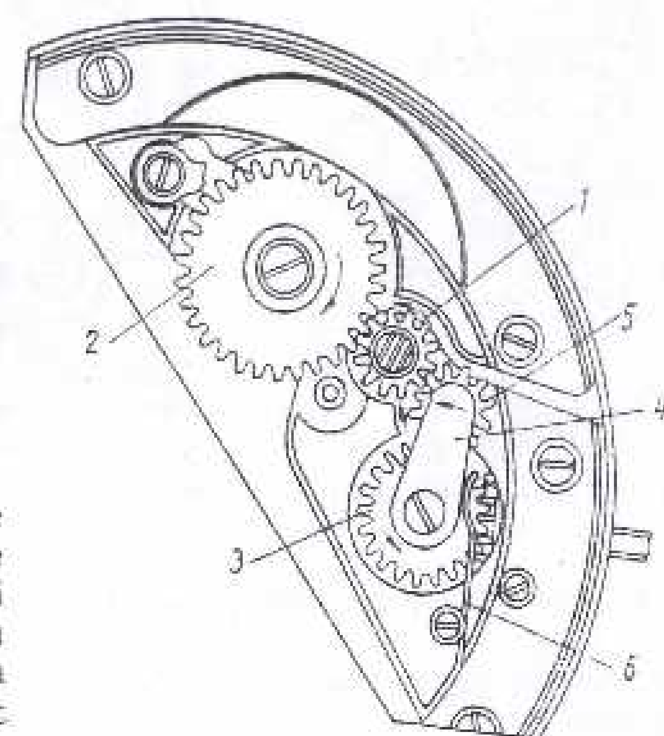


Fig. 183. Dispozitiv de decuplare a armării manuale cu pod oscilant și două roți ajutătoare.

Cele două dispozitive descrise decuplează mecanismul de armare manuală, însă nu decuplează și pe cel de armare automată. Cu toate acestea ele se folosesc la unele ceasornice deoarece sînt foarte simple.

c. **Dispozitivul de decuplare cu două roți planetare** este reprezentat în figura 184. La acestea, la armarea manuală cît și la cea automată este în angrenaj cîte o roată planetară, cealaltă fiind scoasă din angrenaj sub presiunea roții de clichet.

Roata de clichet *1*, montată rigid pe axul motor, este antrenată consecutiv de roțile planetare *2* și *4*. Roata planetară *2* primește mișcarea de la mecanismul de armare automată prin intermediul roții *3*, iar roata planetară *4* este antrenată de la coroană prin intermediul roților de armare *5* și *6*. Fusurile roților planetare pot culisa în lagăre ovale (alungite). Roata planetară care antrenează roata de clichet rămîne în angrenaj, iar roata planetară care este antrenată de roata de clichet iese din angrenaj. De remarcat că atunci cînd una antrenează, cealaltă este antrenată.

În figura 184, *a* s-a reprezentat dispozitivul în timpul armării automate, iar în figura 184, *b* în timpul armării manuale.

d. **Dispozitivul de decuplare cu două clichete** este reprezentat în figura 185. Cele două clichete *7* montate fiecare pe cîte o roată, respectiv *5* și *6* acționează asupra unei singure roți de clichet *4* montată pe axul motor *1*. Cele două roți portclichet *5* și *6* se pot roti liber în jurul roții de clichet. Ele sînt distanțate de inelul *8*. Tot mecanismul este montat pe

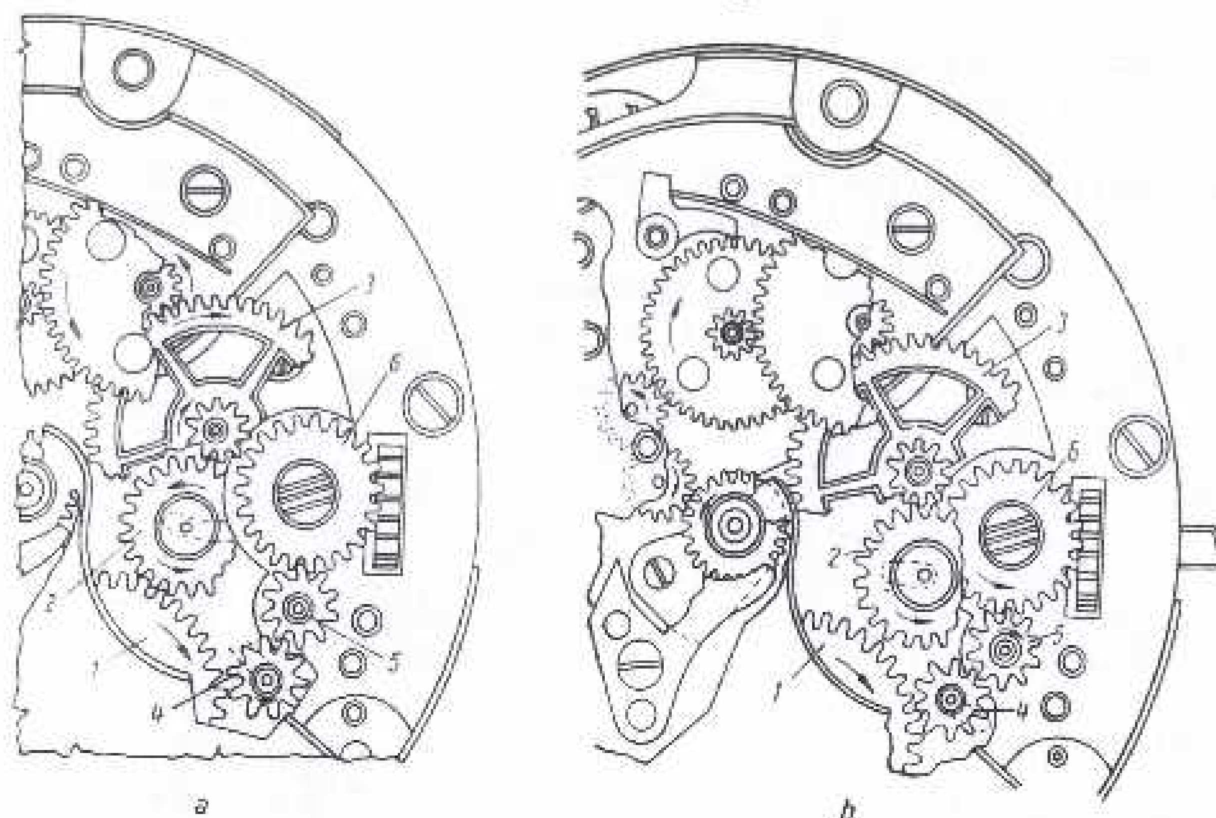


Fig. 184. Dispozitiv de decuplare a armării manuale cu două roţi planetare.

partea pătrată de axului motor cu ajutorul a două discuri *2* şi *3* asamblate prin filet.

Roţile *5* şi *6* sînt antrenate, una de la mecanismul de armare automată şi cealaltă de la mecanismul de armare manuală şi rotesc roata de clichet în acelaşi sens indicat pe figură cu săgeată. Cele două mecanisme de armare funcţionează complet independent unul de celălalt. Acest dispozitiv este cel mai modern şi foarte des utilizat.

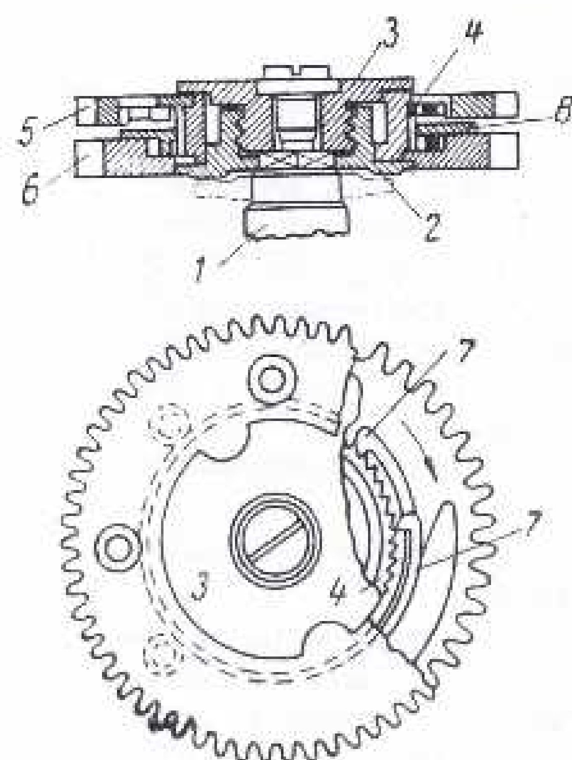


Fig. 185. Dispozitiv de decuplare cu două clichete.

5. Fixarea greutăţii

Dintre toate piesele unui ceasornic automat cele mai solicitate sînt axul şi lagărul greutăţii. Pentru a se obţine forţa necesară la armare, greutatea (rotorul) trebuie să aibă o masă mare. Aceasta fiind cea mai grea piesă din mecanism şi fiind montată excentric, produce solicitări foarte mari în lagăre. Aceste solicitări se amplifică atunci cînd ceasornicul primeşte şocuri axiale. Din

aceste motive se acordă o atenţie deosebită acestor lagăre. În continuare sînt descrise cele mai uzuale tipuri.

a. **Lagărul cu alunecare cu bucşă** este reprezentat în figura 186. În corpul rotorului *1* este montată prin presare bucşa *2* care este prevăzută cu un ax şi o suprafaţă conică cu un unghi de 60°. Bucşa are un filet

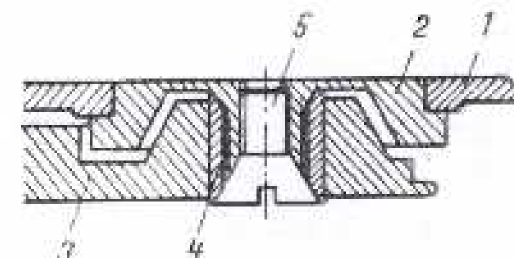


Fig. 186. Lagăr cu alunecare cu bucşă.

interior. În podul rotorului *3* este fixată prin presare o bucşă *4* din beriliu pe a cărei suprafaţă conică se sprijină bucşa rotorului. Rotorul se fixează cu un şurub de oţel călit *5*. La o stringere potrivită, rotorul se poate roti uşor. La acest lagăr frecările sînt relativ mari, dar are avantajul că este foarte simplu.

b. **Lagărul cu alunecare cu pietre** este reprezentat în figura 187. Acestea sînt foarte des utilizate deoarece frecările sînt mai mici decît

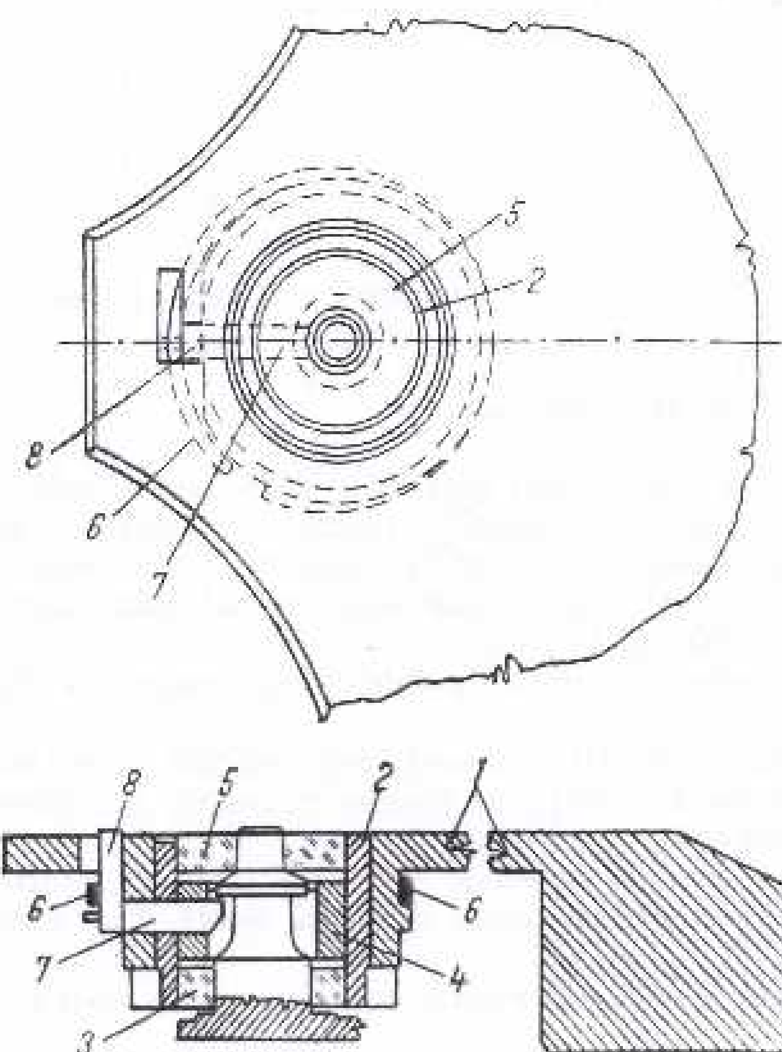


Fig. 187. Lagăr cu alunecare cu pietre.

în cazul precedent. La acest lagăr rotorul este montat pe un ax fixat rigid în podul rotorului.

În corpul rotorului *1* este fixată prin presare bucșa *2*. În această bucșă se fixează tot prin presare piatra inferioară *3*, piatra superioară *5* și inelul distanțier *4*. Jocul axial al rotorului este asigurat de limitatorul *7* fixat cu ajutorul penei *8* și inelului elastic *6*.

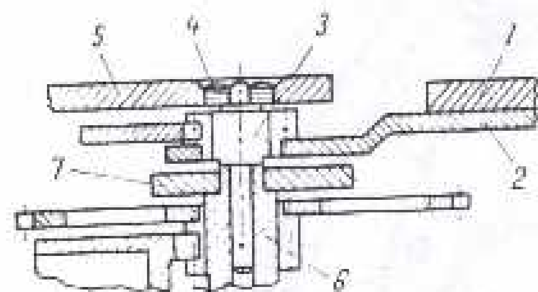


Fig. 188. Rotor montat pe ax minutar.

Montarea rotorului pe un ax întîmpină unele greutăți deoarece un disc foarte mare se montează excentric pe un ax foarte scurt. Un ax mai lung ar asigura o funcționare mai bună, dar ar îngroșa ceasornicul. De aceea la unele ceasornice se montează rotorul pe axul minutar.

c. **Rotorul montat pe axul minutar** are avantajul că axul poate fi mai lung (fig. 188). Rotorul *1* este montat rigid pe axul *3* prin intermediul amortizorului *2*. Fusul superior al axului se rotește într-o piatră *4*, presată în podul de armare *5*. Pinionul minutar *6* se rotește în podul rotorului *7*. În gaura din pinionul minutar intră fusul mai lung al axului *3*.

d. **Lagărul pe rulmenți** se utilizează tot mai mult în construcția ceasornicelor cu armare automată datorită avantajelor pe care le prezintă. Lagărul pe rulmenți are o frecare mai mică, iar rularea se face pe un diametru mai mare.

Modul cum se execută montarea rotorului cu rulmenți cu bile este reprezentat în figura 189. În corpul rotorului 1 este montat rigid inelul exterior al rulmentului *2* care este prevăzut cu o dantură exterioară. Podul de armare *3* este prevăzut cu o bucșă cu un filet în interior pentru șurubul *4*. Pe circumferința exterioară a bucșei se montează inelul interior al rulmentului care este format din două părți: partea superioară *5* și partea inferioară *6*. Între ele se montează inelul *7* care are rolul de a menține bilele *8* distanțate între ele. Cele două părți ale inelului interior al rulmentului se string cu șurubul *4*, astfel încît cele cinci bile din piatră să ruleze fără joc.

e. **Lagărul cu role** (fig. 190) se folosește cu succes în ultimul timp. În podul de armare *1* este presat axul *2* în jurul căruia se rostogolesc rolele de piatră *3*. Inelul exterior *4* al rulmentului, prevăzut cu o dantură exterioară, este presat în gîtul rotorului *5*. Rulmentul este închis în partea inferioară de inelul *6*, fixat prin presare iar în partea superioară de inelul 7 fixat prin șuruburile *8*. Jocul axial al rotorului este asigurat de podul de conducere *9*, ale cărei capete sînt fixate în corpul rotorului *10*.

f. **Lagărul periferic** (fig. 191) se folosește la ceasornicele automate care au rotorul fixat pe un inel dințat ce se sprijină pe un rulment la

circumferința exterioară a sa. Rotorul *1* este prevăzut la partea inferioară cu inelul dințat *3* fixat cu șuruburile *2*, iar la partea exterioară cu două inele de rulmenți *5* și *6* fixate cu șuruburile *4*. Bilele de piatră *8* sînt distanțate între ele de inelul 7. Tot sistemul se sprijină pe inelul fix *9*.

La unele ceasornice, în scopul menajării lagărului rotorului mai ales la șocurile axiale cînd solicitările devin foarte mari, se montează

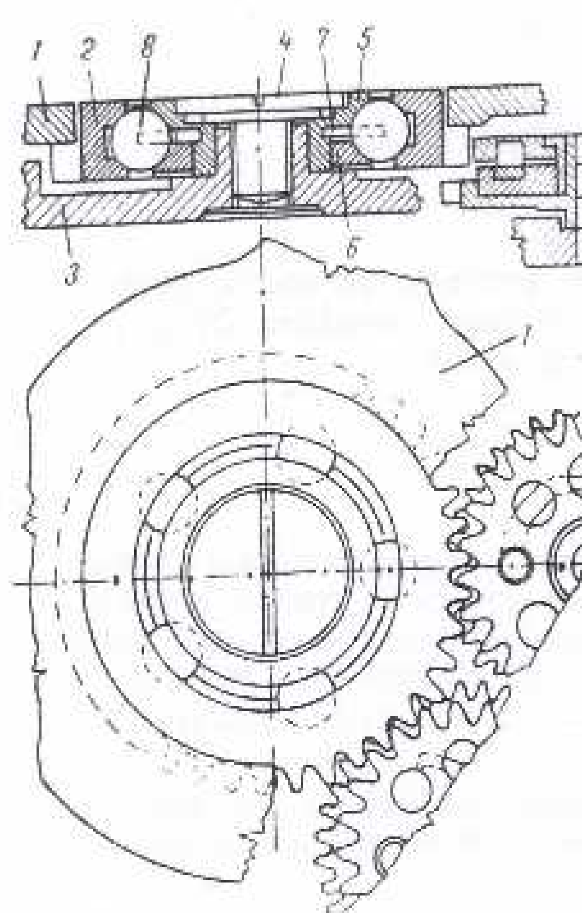


Fig. 189. Lagăr cu bile.

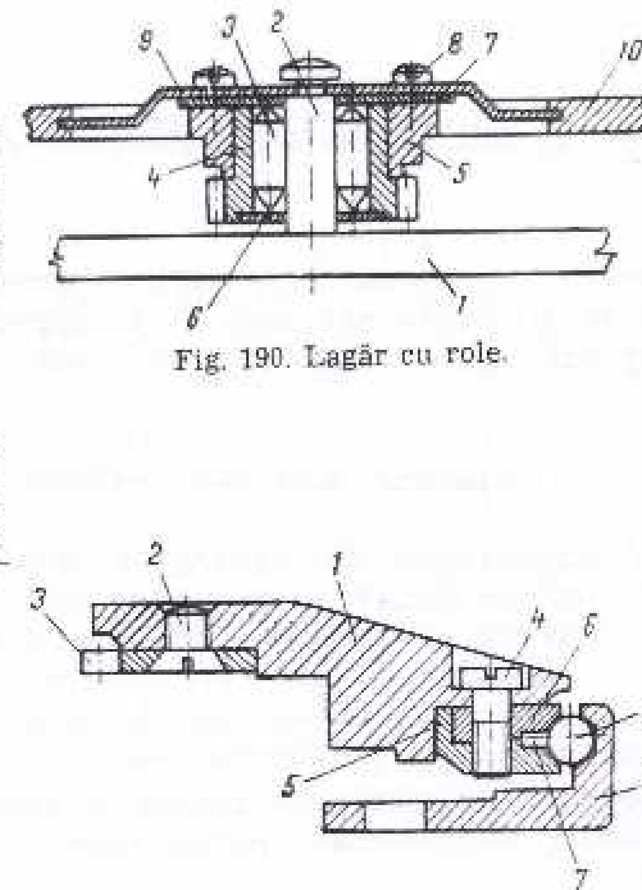


Fig. 190. Lagăr cu role.

Fig. 191. Lagăr periferic.

niște pietre la periferia rotorului (fig. 192). Rotorul *5*, montat excentric pe un ax în centrul mecanismului, este prevăzut la circumferința sa exterioară cu un inel 7 fixat cu șurubul *6*. Pe inelul 7 sînt montate niște rubine bombate *8* a căror calotă sferică, bine lustruită, depășește

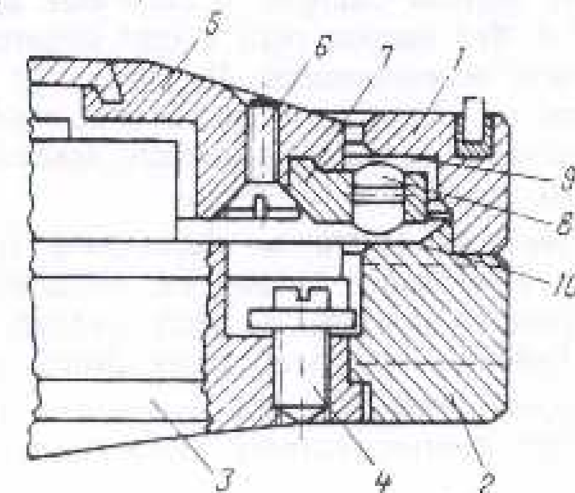


Fig. 192. Dispozitiv antișoc.

grosimea inelului. De asemenea, suprafețele 9 și 10 ale inelului superior 1 și ale inelului inferior 2, în al căror interior este amplasat întregul mecanism de ceasornic, sînt bine lustruite.

La funcționarea normală, aceste pietre nu ating inelele. La șocuri însă, datorită încovoierii axei, pietrele ating unul din inele și limitează încovoierea axei. Datorită suprafețelor bine lustruite pietrele alunecă pe ele permițînd rotirea în continuare a rotorului.

B. SISTEME DE ARMARE AUTOMATĂ

Deoarece ceasornicele de mînă cu armare automată au apărut relativ recent, nu s-a impus nici unul din multiplele sisteme cunoscute. De aceea este necesar să fie descrise sistemele cele mai uzuale.

1. **Armarea cu greutate oscilantă**

La mecanismele de armare automată din această categorie, peste podurile roților dințate se montează podul de armare în care se fixează lagărul superior al greutății. Greutatea se montează central pe axul prelungit al ceasornicului. Ea execută o mișcare de oscilație de 160°. Limitarea mișcării greutății se face cu două arcuri elicoidale, montate cu ajutorul unui butuc pe carcasa ceasornicului.

Dintre mecanismele de armare cu greutate oscilantă se vor descrie două tipuri, cel cu armare într-un singur sens și cel cu armare în ambele sensuri.

a. **Mecanismul de armare într-un singur sens, cu greutate oscilantă** este reprezentat în figura 193. La acesta, armarea arcului are loc cînd greutatea se mișcă de la stînga spre dreapta.

Pe greutatea 1 care poate oscila în jurul axului central este montat pinionul 2 care angrenează cu sectorul dințat 3. Sectorul dințat este montat pe axul roții de clichet 4 în jurul căreia se poate roti liber. Pe el este montat clichetul 5 care este apăsat între dinții roții clichet 4 de arcul 6. Tot asupra roții 4 mai acționează clichetul de blocare 7 montat pe podul mecanismului. Pe axul roții de clichet 4 și legat de roată este montat un pinion care antrenează roata de armare 8 care, la rîndul său, este cuplată cu roata de armare manuală 9 și cu roata clichet 10 montată pe axul motor.

Dacă greutatea se deplasează în jos (în sensul săgeții), sectorul dințat este împins în sus, iar clichetul 5 rotește roata 4 cu cîțiva dinți. La mișcarea greutății în sens contrar, roata 4 este blocată de clichetul 7, iar clichetul 5 alunecă peste dinții roții.

La armarea manuală, roata 4 se rotește în sensul indicat de săgeată și ambii clicheți alunecă peste dinți.

b. **Mecanismul de armare în ambele sensuri cu greutate oscilantă** (fig. 194) este asemănător celui descris înainte cu deosebirea că pe axul roții de clichet 4 sînt montate două sectoare dințate care angrenează simultan cu pinionul 1 fixat pe greutate. Dacă pinionul 1 se rotește

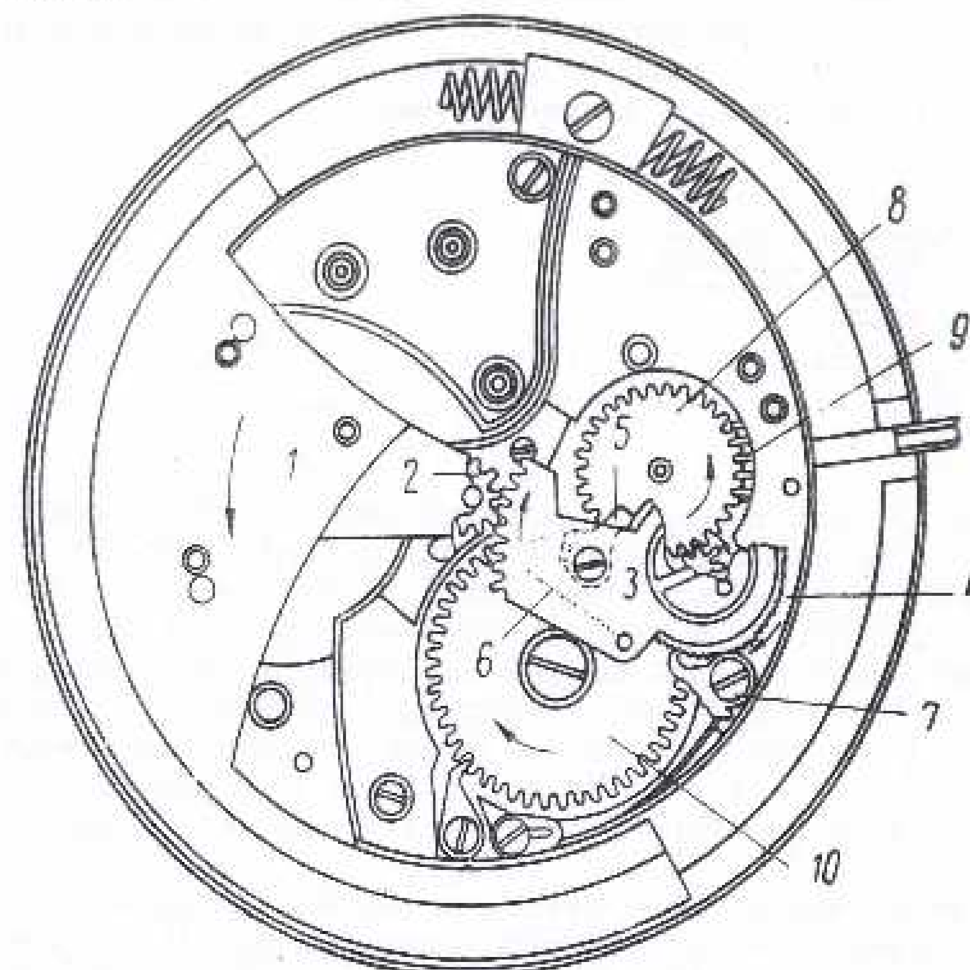


Fig. 193. Mecanism de armare într-un singur sens cu greutate oscilantă.

în sensul săgeții, sectorul 5 va urca și clichetul montat pe el va aluneca peste dinți, îndeplinind rolul clichetului de blocare. În același timp sectorul 2 va coborî și clichetul 3 montat pe el va antrena roata de clichet 4.

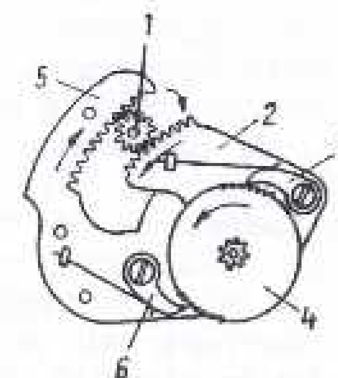


Fig. 194. Mecanismul de armare în ambele sensuri cu greutate oscilantă.

Dacă sensul de rotire al pinionului 1 se schimbă, rolurile se inversează, iar roata 4 este antrenată în același sens. La armarea manuală, roata 4 se rotește în sensul săgeții și ambii clicheți alunecă peste dinți. La acest mecanism armarea se realizează de două ori mai repede decît la primul.

Mecanismele de armare automată cu greutate oscilantă au două dezavantaje:

— armarea se face relativ încet datorită limitării unghiului de oscilație (160°);

— în mecanismul de ceasornic se produc șocuri puternice cînd greutatea lovește în limitator. Pentru amortizarea acestor șocuri care solicită toate lagărele și șuruburile mecanismului se folosesc limitatoare cu arcuri elicoidale al căror mod de montare este indicat în figura 195.

Fig. 195. Limitatoare cu arcuri elicoidale.

2. Armarea cu rotor (greutate rotitoare)

Datorită dezavantajelor mecanismelor de armare cu greutate oscilantă, utilizarea acestora este limitată. Marea majoritate a fabricilor constructoare folosesc în prezent mecanismele de armare cu rotor. Acestea se fabrică în foarte multe variante constructive, care, după felul cum se transmite mișcarea la arcul motor se pot clasifica în următoarele grupe:

— cu transmisie prin sector dințat;
— cu transmisie prin excentric;
— cu transmisie prin roată planetară;
— cu transmisie cu pod oscilant;
— cu transmisie cu roată de clichet dublă;
— cu mecanisme cu rotor planetar.

a. **Mecanismul de armare cu rotor și sector dințat.** Acest mecanism de armare a rezultat din perfecționarea mecanismului de armare cu două sectoare separate care erau simultan în angrenaj cu roata de antrenare. La acesta, cele două sectoare sînt legate rigid și oscilează împreună, iar antrenarea lor se face consecutiv. Pentru buna funcționare este necesar ca raportul de transmisie între roata de antrenare și cele două sectoare să fie același.

Mecanismul cu rotor și sector dințat este reprezentat în figura 196,*a*. Pe rotorul *1* este montată rigid roata de antrenare *2*, care se poate roti în ambele sensuri în jurul axului *3*. În situația reprezentată în figură, cînd rotorul se rotește în sensul săgeții, roata de antrenare *2*, fiind în angrenaj cu sectorul *4*, îl va deplasa în sus și îl va roti în jurul axului *5* împreună cu clichetele *6* și *7* montate pe el. Clichetul *6* va roti roata *8* care este o roată dințată obișnuită și angrenează cu roata *9*, peste ai cărei dinți alunecă clichetul *7*. Pe axul roții *9* este montat un pinion care transmite mișcarea în continuare spre axul motor.

Rotorul continuîndu-și mișcarea, la un moment dat sectorul *4* iese din angrenaj (fig. 196, *b*) și se oprește. Rotindu-se în continuare, roata de antrenare intră din nou în angrenaj cu știfturile 10 care sînt în număr de trei. În acest moment sectorul *4* se va deplasa în jos împreună cu clichetul *7* care va roti roata *9* în același sens ca în cazul anterior. Roata *8* merge în gol și clichetul *6* alunecă peste dinții roții, avînd acum rolul de clichet de blocare.

La armarea manuală roata *9* se rotește în sensul săgeții și ambii clicheți alunecă peste dinți.

b. **Mecanismul de armare cu rotor și excentric.** La mecanismele de armare cu excentric pe axul rotorului în loc de roata de antrenare este

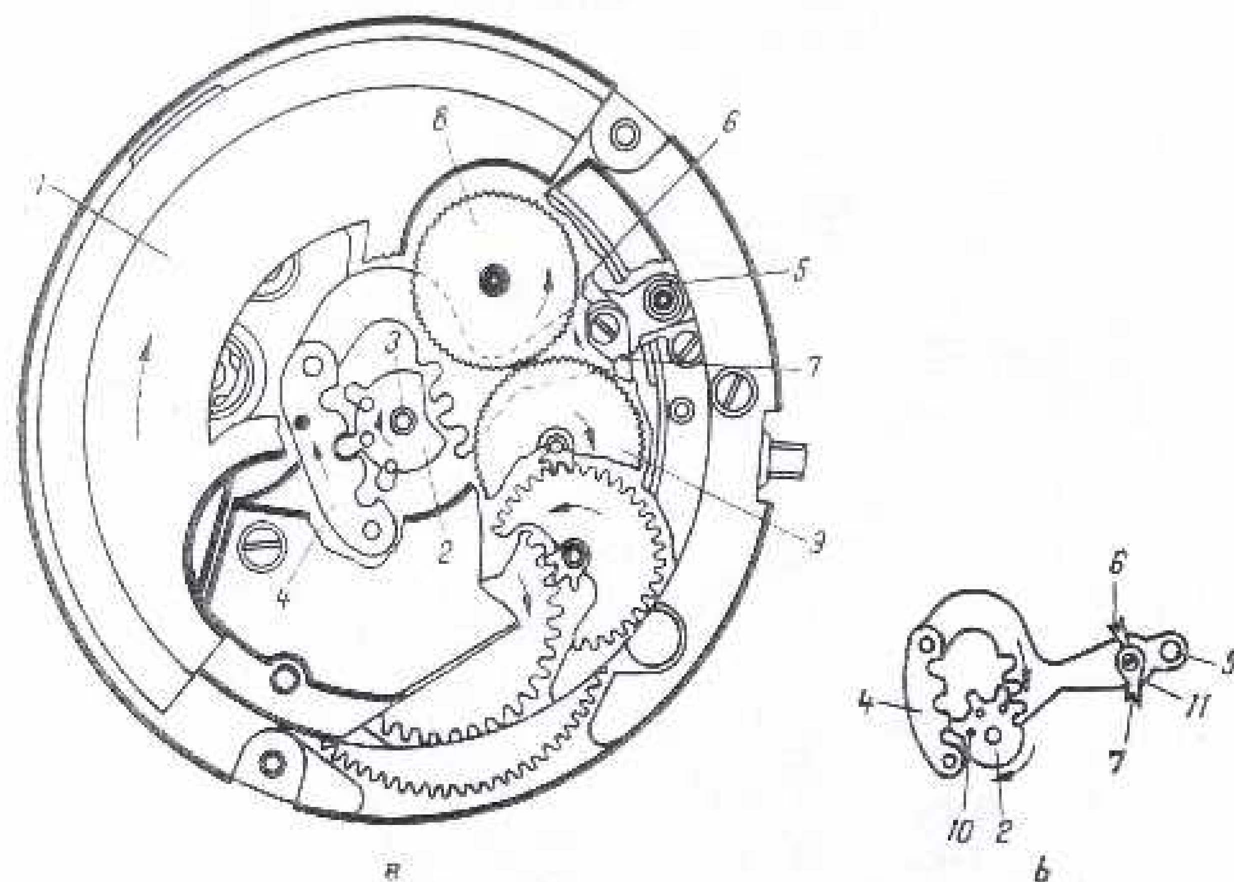


Fig. 196. Mecanism de armare cu rotor și sector dințat (*a*) și dispozitivul său de inversare a mișcării (*b*).

montat un excentric sau o camă de diferite forme geometrice, care acționînd asupra unui braț îi va imprima o mișcare de oscilație sau de du-te-vino. Cu ajutorul unor clicheți și al roții dințate această mișcare este transmisă la axul motor.

Din categoria mecanismelor de armare cu excentric se disting următoarele:

— mecanismul de armare în salturi;
— mecanismul de armare continuă;
— mecanismul cu știft excentric;
— mecanismul cu rulment excentric;
— mecanismul cu braț lung.

1) *Mecanismul de armare în salturi* este reprezentat în figura 197. Armarea se face discontinuu, indiferent de sensul de rotație al rotorului. Pe rotorul *1* este montată cama *2* prevăzută cu trei proeminențe (dinți) care se rotesc împreună în jurul axului central *3*. Pe camă se reazemă o rolă *5* montată pe capătul unui braț *4* ce se poate roti în jurul axului roții de clichet *7*. Brațul *4* este apăsat spre camă de arcul *6*. Pe braț este montat clichetul *8* care acționează roata de clichet *7*. Pe aceeași roată mai acționează clichetul de blocare *9* montat pe podul roților dințate.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, rola 5, împreună cu brațul 4, se deplasează spre stînga și clichetul 8 rotește roata de clichet 7 cu cîțiva dinți. Clichetul 9 alunecă peste dinți. Pinionul montat pe axul roții de clichet antrenează roata mare de clichet montată pe axul motor.

Cama rotindu-se mai departe, la un moment dat brațul 4 se va opri, după care se va mișca înapoi (spre dreapta) pe măsură ce rola 5 coboară

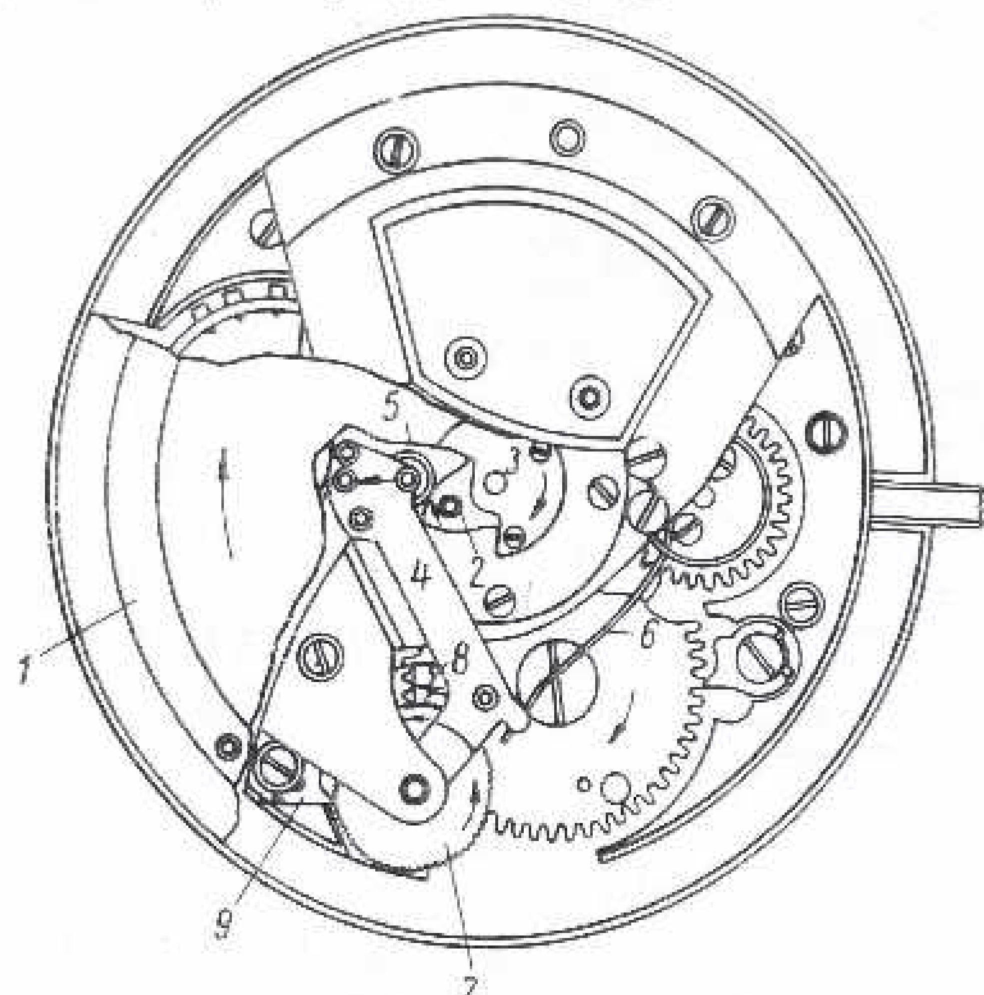


Fig. 197. Mecanism de armare în salturi.

pe panta camei. Deplasarea în acest sens a brațului este asigurată de arcul 6. În timpul deplasării brațului spre dreapta, clichetul 8 alunecă peste dinții roții 7 care stă nemișcată. După cum se observă, chiar dacă rotorul se rotește continuu armarea se face discontinuu. Acesta este dezavantajul acestui mecanism de armare, deoarece numai o parte din rotația rotorului se folosește pentru armare.

2) *Mecanismul de armare continuă* (fig. 198) elimină acest neajuns.

Pe axul 1 al rotorului este montat un disc excentric 2 pe care se sprijină, cu un mic joc, rolele 4 montate liber pe podul de armare 3 care poate oscila în jurul axului 5. Pe acest pod sînt montați cu știfturile 6 și 8 clichetii 7 și 9 care acționează ambii asupra roții de clichet 12, fiind apăsați pe aceasta de arcul comun 10, limitat în extinderea lui de știftul 11.

Cînd cama se rotește, podul începe să oscileze în jurul punctului 5. Dacă podul se mișcă în sensul săgeții, clichetul 9 rotește roata 12, iar clichetul 7 alunecă peste dinții acesteia. Dacă podul se mișcă în sens contrar, clicheții își inversează rolurile și roata 12 se rotește în același sens. Prin intermediul pinionului 13 și al roții 14 se armează arcul motor.

La cele două mecanisme descrise, cu armare continuă și discontinuă axul rotorului este montat în lagăre cu alunecare. Pentru a se reduce frecările în lagăr, fusurile se fac subțiri, ceea ce însă prezintă pericol

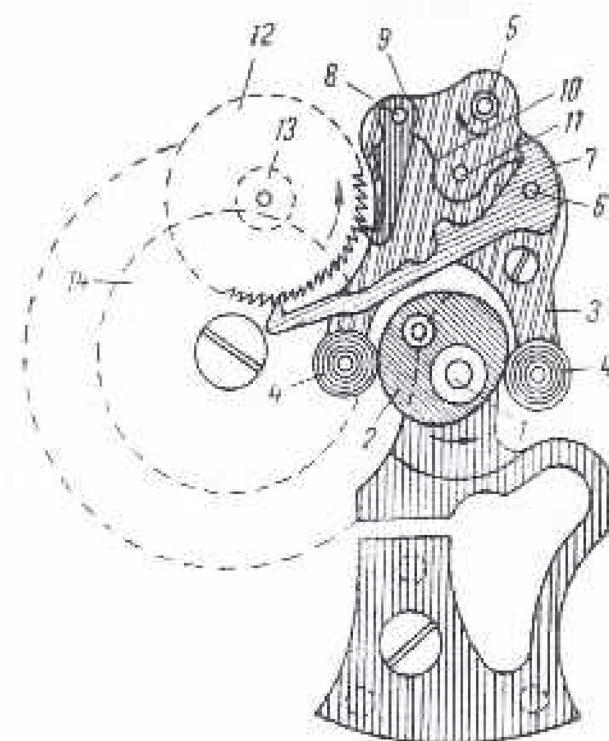


Fig. 198. Mecanism de armare continuă.

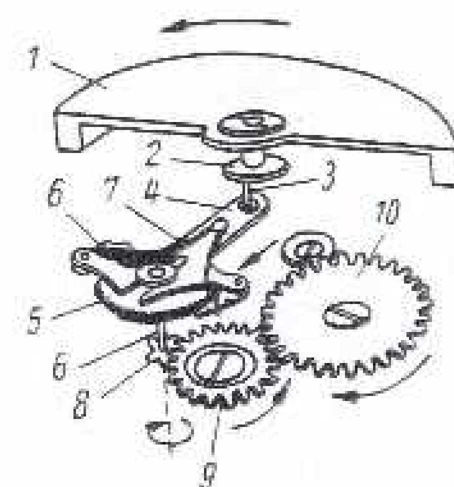


Fig. 199. Mecanism de armare cu știft excentric.

de rupere la șocuri. Pentru a elimina acest inconvenient la unele ceasornice rotorul se montează pe rulmenți.

3) *Mecanismul de armare cu știft excentric* (fig. 199) are rotorul fixat pe rulmenți. Pe axul rotorului 1 este montat un disc 2 prevăzut cu un știft excentric 3 care intră într-un lagăr cu piatră din brațul de armare 4 pe care îl comandă. Brațul de armare are o crestare care alunecă pe axul roții de clichet 5. Pe braț sînt montați clicheții 6 și 6′ care acționează asupra roții 5, fiind apăsați de arcul comun 7. Solidar cu roata 5 se rotește pinionul 8, care transmite mișcarea la axul motor prin intermediul roților 9 și 10.

Dacă rotorul se rotește în direcția săgeții, știftul 3 împinge brațul de armare înainte și, în același timp, îl și rotește. Sub influența celor două mișcări, clichetul 6′ va roti roata de clichet iar clichetul 6 va aluneca peste dinți. Rotindu-se în continuare, știftul 3, după ce a trecut de punctul mort, va trage brațul înapoi și îl va roti în același timp în sens contrar. Acum clicheții își inversează rolurile: clichetul 6 rotește roata în același sens, iar clichetul 6′ alunecă peste dinți.

4) *Mecanismul de armare cu rulment excentric* este reprezentat în figura 200. La acest mecanism excentricul nu este montat pe axul rotorului, ci pe axul imediat următor din lanțul cinematic. Datorită acestui

fapt se diminuează șocurile, mai ales la schimbarea direcției de rotație a rotorului.

Pe axul 1 al rotorului este montată roata de antrenare 2 care angrenează cu roata 3 pe axul căreia este montat excentric rulmentul 4. Inelul exterior al rulmentului poate culisa într-o fereastră mică dreptunghiulară din brațul de armare 5, care se rotește în jurul axului 6. Pe brațul de

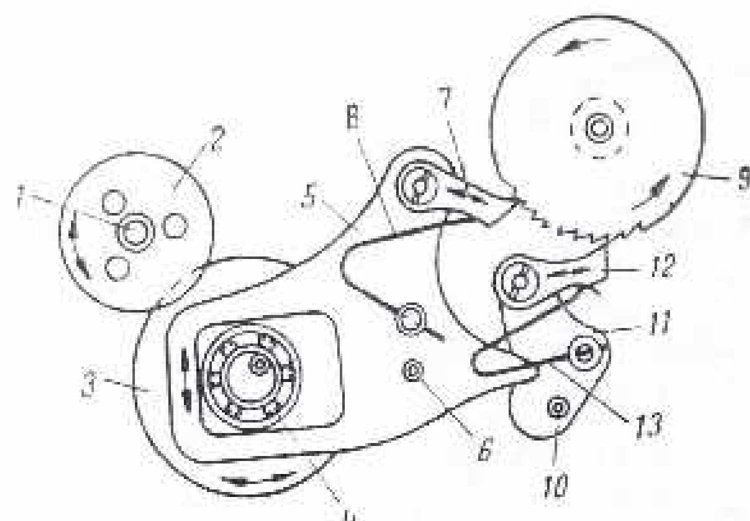


Fig. 200. Mecanism de armare cu rulment excentric.

armare este montat clichetul 7, care este apăsat de arcul 8 pe roata de clichet 9. Vîrful brațului de armare intră în scobitura brațului oscilant 11, care este articulat în punctul 10. Pe brațul oscilant este montat clichetul 12, care este apăsat tot pe roata 9 de arcul 13.

Sub influența excentricului, brațul de armare va oscila, iar cei doi clicheți vor antrena pe rînd în același sens roata de clichet 9.

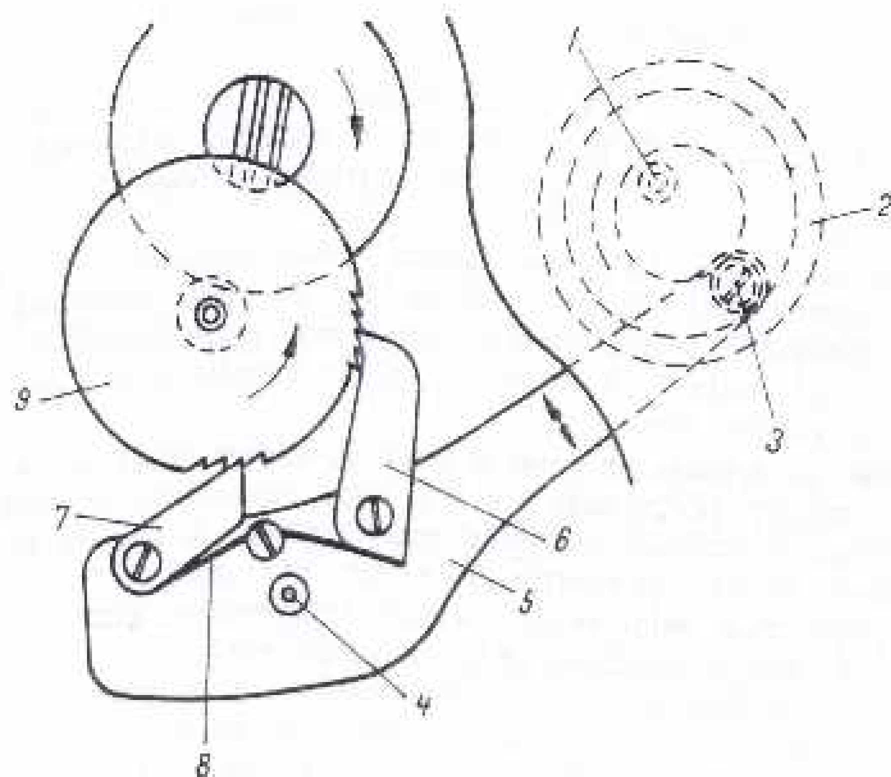


Fig. 201. Mecanism de armare cu braț lung.

5) *Mecanismul de armare cu braț lung* (fig. 201) prezintă avantajul că energia transmisă de rotor este relativ mare și nu necesită un raport mare de reducere. Brațul lung 5, articulat în punctul 4, este prevăzut la capăt cu o piatră 3 care alunecă în canalul circular al discului 2 montat excentric pe axul 1 al rotorului. Pe braț sînt montați clicheții 5 și 7, care sînt apăsați pe roata de clichet 9 de arcul comun 8.

Sub influența excentricului, brațul 5 descrie o mișcare de oscilație în jurul axului 4 și clicheții vor roti pe rînd în același sens roata de clichet 9.

c. **Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare.** Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare folosește în mod avantajos forțele care apar în angrenaj pe profilul dinților în contact. Sensul acestor forțe depinde de sensul de rotație și de poziția axelor. Ele scot sau introduc roțile planetare în angrenaj.

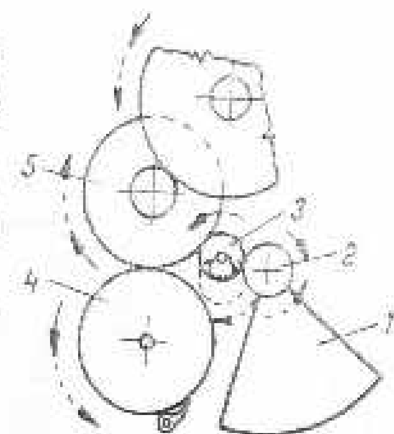


Fig. 202. Mecanism de armare cu o singură roată planetară.

Mecanismele de armare cu role și roți planetare pot fi:

— cu o singură roată planetară;
— cu roți planetare gemene;
— cu două roți planetare.

1) *Mecanismul de armare cu rotor și o singură roată planetară* este reprezentat în figura 202. Pe axul rotorului 1 este montată roata de antrenare 2, care este în angrenaj permanent cu roata planetară 3. Roata planetară poate intra în angrenaj fie cu roata de clichet 4, fie cu roata 5. Roțile 4 și 5 sînt angrenate între ele.

Dacă rotorul se rotește în sensul indicat de săgeata continuă, roata planetară intră în angrenaj cu roata 5, pe care o antrenează în sensul orar. Dacă rotorul se rotește în celălalt sens (indicat în figură prin săgeată întreruptă), roata planetară intră în angrenaj cu roata de clichet 4, iar aceasta, la rîndul ei, antrenează roata 5 tot în sensul orar.

Dezavantajul acestui mecanism constă în faptul că distanța dintre axele roților nu este constantă în tot timpul angrenării, ceea ce provoacă alunecarea profilelor și uzarea dinților. Pe de altă parte, mișcările scurte ale rotorului nu pot fi folosite pentru armare ci numai pentru schimbarea poziției roții planetare.

2) *Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare gemene* este reprezentat în figura 203. Roata de antrenare 1, montată pe axul rotorului, este în angrenaj permanent cu roata planetară 2, care împreună cu roata planetară 3 cu care este în angrenaj permanent, formează roțile gemene. Cele două roți planetare sînt montate fiecare în lagăre ovale. Lagărele celor două roți sînt paralele astfel încît la schimbarea pozițiilor roților se schimbă și distanța axială, care însă este neglijabilă.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, forțele care apasă pe dinți scot roata 2 din angrenaj și introduc roata 3 în angrenaj cu roata de clichet 4, rotind-o în sensul indicat de săgeată. Dacă rotorul se rotește în sens invers, roata 2 intră în angrenaj cu roata 4, iar roata 3 iese din angrenaj rotindu-se în gol. Roata de clichet 4 va fi antrenată în ace-

lași sens ca în cazul precedent. Roata *4* este asigurată împotriva rotirii în sens contrar de clichetul *5* care este apăsat de arcul *6*. Pentru a se reduce șocurile, mai ales la schimbarea sensului de rotație a rotorului, acesta este frînat de frîna *7*. Și acest mecanism de armare are dezavantajul arătat la mecanismul precedent.

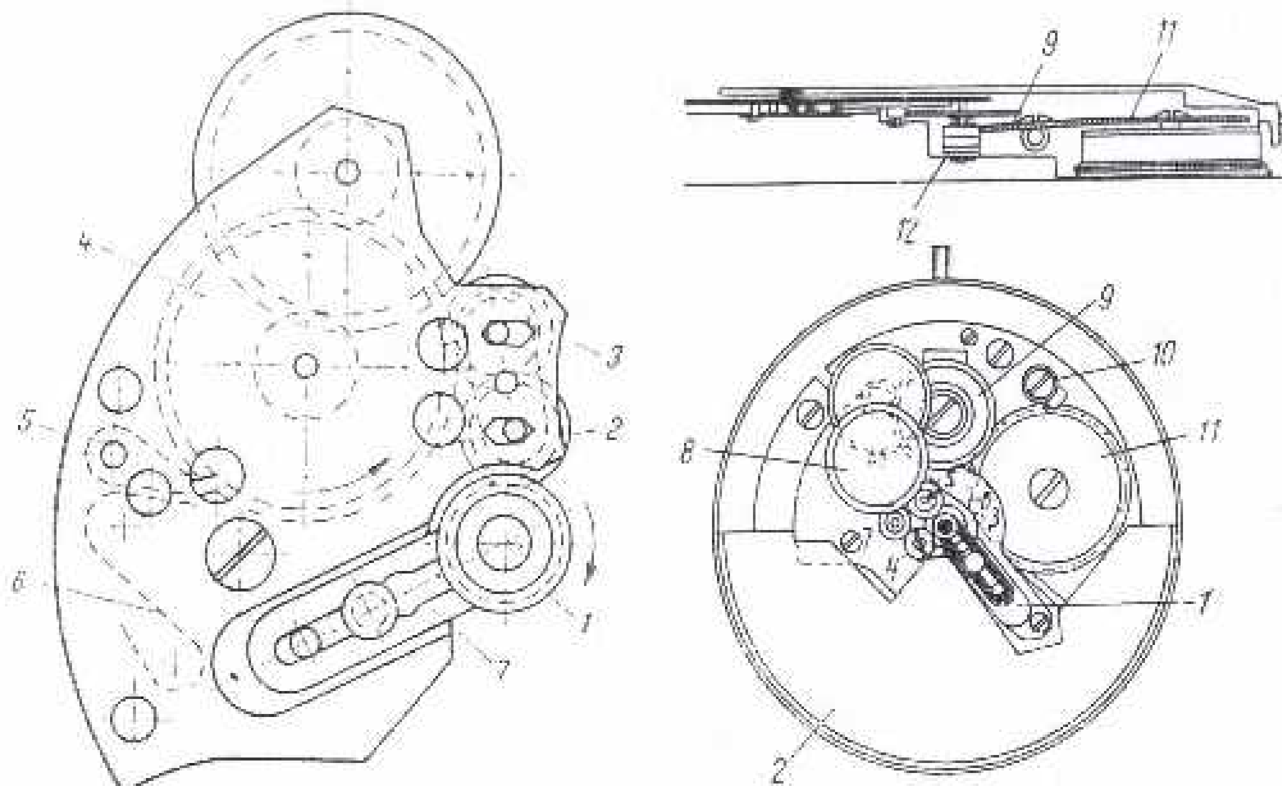


Fig. 203. Mecanism de armare cu roți planetare gemene.

Fig. 204. Mecanism de armare cu două roți planetare.

3) *Mecanismul de armare cu rotor și două roți planetare* este reprezentat în figura 204. Spre deosebire de mecanismul cu roți planetare gemene, acesta are ambele roți planetare în angrenaj permanent cu roata de antrenare.

Pe suportul elastic *1* este montat rotorul *2* pe al cărui ax se găsește roata de armare *3*, în angrenaj permanent cu roțile planetare *4* și *5*. Roata planetară *5* acționează direct, iar roata planetară *4* acționează prin intermediul roții intermediare *7* asupra roții de transmisie *8*. Cînd rotorul se află în repaus, ambele roți planetare se află în angrenare, fiind menținute în această poziție de arcul *6*. Astfel se obțin două avantaje: roata *8* este blocată, eliminîndu-se un clichet iar mișcările scurte ale rotorului pot fi folosite pentru armare.

La rotirea rotorului în sensul orar forțele care apasă pe dinții roții *5* inving forța arcului *6* și scot roata din angrenaj. În schimb roata *4*, prin intermediul roții *7*, va antrena roata *8*. Dacă rotorul se rotește în sens invers, roata *4* iese din angrenaj și roata *5* va antrena direct în același sens roata *8*.

La armarea manuală, roata de armare *9* va antrena roata de clichet *11* care este asigurată de clichetul *10*. În acest timp mecanismul de armare automată este complet decuplat cu ajutorul cuplei *12*.

d. **Mecanismul de armare cu rotor și pod oscilant.** Mecanismul de armare cu pod oscilant este o perfecționare a mecanismului cu roți planetare. La acest mecanism se elimină lagărele ovale cu toate dezavantajele lor. Rostogolirea fusului în condiții bune se poate face numai în lagăre cilindrice, deoarece numai astfel se pot asigura suprafețe suprafinisate, toleranțe restrînse, ungere bună etc. De aceea, la ceasornicele mai fine se folosește acest sistem (fig. 205).

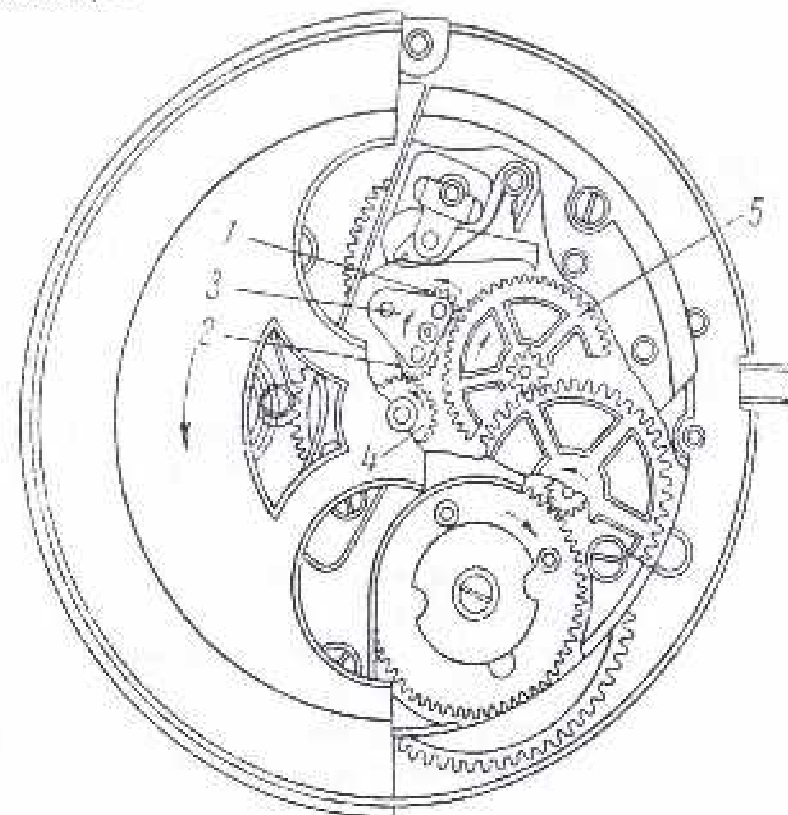


Fig. 205. Mecanism de armare cu pod oscilant.

Cele două roți planetare *1* și *2* sînt montate pe podul oscilant *3*. Roata de antrenare *4*, montată pe rotor, este în angrenaj permanent cu roata planetară *2* care, la rîndul ei este în angrenaj permanent cu cealaltă roată planetară.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, podul oscilant se rotește astfel încît antrenarea roții clichet *5* să se facă de roata planetară *1*. Dacă rotorul se rotește în sens contrar, roata *5* este antrenată direct de roata planetară *2*, iar roata *1* se rotește în gol. În ambele cazuri roata *5* va fi antrenată în același sens.

e. **Mecanismul de armare cu rotor și roată de clichet dublă.** La toate mecanismele de armare prezentate anterior apar mecanisme cu clichet care, datorită forței de apăsare a arcului clichet, produc o frînare. Dacă s-ar elimina aceste arcuri, pierderile de energie ar fi mai mici și s-ar putea folosi greutăți mai mici pentru armare obținîndu-se toate avantajele ce decurg de aici (reducerea uzurii, șocurilor etc.).

Acest lucru s-a realizat prin folosirea mecanismului cu roată de clichet dublă. La acesta, clichetul nu mai este apăsat pe dantură de un arc, ci execută o mișcare forțată și frînarea, cauzată numai de frecări, este mult redusă

Mecanismele de armare cu roată clichet dublă sînt cele mai moderne şi, datorită pierderilor minime, sînt tot mai mult folosite.

În figura 206 este reprezentat un astfel de mecanism. Roata inferioară *1* este montată rigid pe pinionul *2*. Roata superioară *3*, cu un diametru mai mic decît roata *1*, este legată rigid de roata de clichet *4* şi ambele se pot roti liber pe ax. Deplasarea axială a roţii superioare este

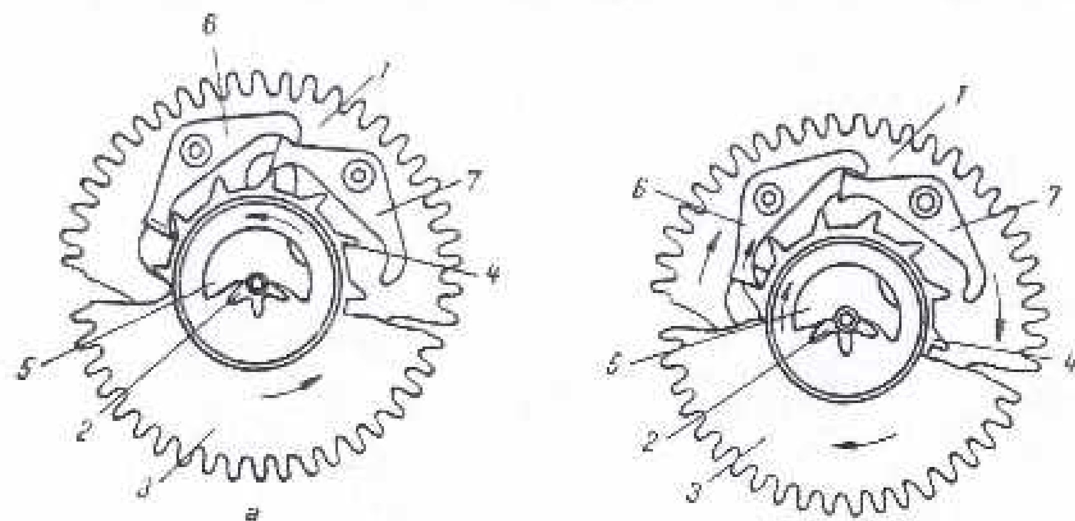


Fig. 206. Mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

limitată de discul *5*. Pe roata inferioară sînt montaţi clicheţii *6* şi *7* care se pot roti liber în jurul bolţurilor de fixare. Cele două roţi sînt astfel montate încît clicheţii şi roata de clichet să se afle între ele.

Dacă roata superioară împreună cu roata de clichet se rotesc în sensul săgeţii (fig. 206, *a*), atunci limba de închidere a clichetului *6* alunecă pe panta dintelui în sus pînă cînd scapă, dar în acelaşi timp capătul celălalt al clichetului apasă în jos limba de închidere a clichetului *7*. Pasul este astfel calculat încît limba de închidere a clichetului *7* să coboare numai după ce a trecut un dinte al roţii de clichet.

În continuare, dintele următor ridică limba de închidere a clichetului *7*, dar concomitent coboară limba clichetului *6*. În felul acesta, în orice moment o limbă de închidere se găseşte între dinţii roţii de clichet. Dacă roata de clichet se roteşte în sens contrar (fig. 206, *b*), un dinte se sprijină pe clichet şi antrenează prin intermediul lui roata inferioară.

În figura 207 este reprezentat modul în care se foloseşte acest sistem în ceasornic. Roata de antrenare *2*, montată pe axul rotorului *1*, este în angrenaj permanent cu roţile superioare *3* şi *4*, care se rotesc liber pe axele lor. Roţile inferioare *5* şi *6* angrenează între ele. Pinionul *7*, fixat pe roata *6*, antrenează roata de transmisie *8*.

Dacă rotorul se roteşte în direcţia săgeţii, roata *3* se roteşte în gol, iar roata *4* va antrena şi roata inferioară *6* care, la rîndul ei, va antrena cealaltă roată inferioară *5*, care va merge tot în gol. Pinionul *7* va transmite micşorarea la roata *8*.

Dacă rotorul se roteşte în sens contrar, roata *3* va antrena roata *5*, iar aceasta va roti roata *6* în acelaşi mod ca în cazul precedent. Roata *4* se roteşte în gol în sens invers faţă de roata *6*. Clicheţii permit acest lucru, oscilînd însă mai repede.

O altă variantă constructivă a mecanismului cu roată de clichet dublă este reprezentată în figura 208. Pe pinionul *1* sînt fixate rigid roţile de clichet *2* şi *3*. Roţile *4* şi *5* se rotesc liber pe ax şi angrenează una cu cealaltă. Pe fiecare dintre aceste roţi sînt montaţi cîte doi clicheţi *6* de formă specială, avînd o gaură ovală. Datorită acestui fapt, pe lîngă oscilaţia în jurul bolţurilor *7*, ei se pot deplasa şi liniar (înainte şi înapoi). Oscilaţia clicheţilor este limitată de ştiftul *8*.

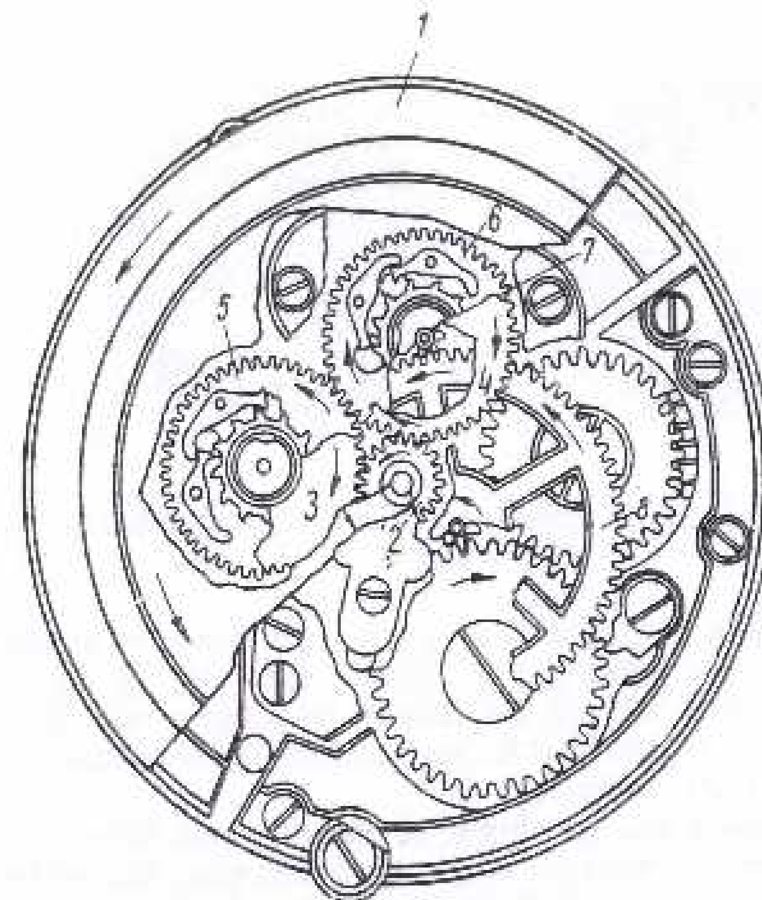


Fig. 207. Ceasornic cu mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

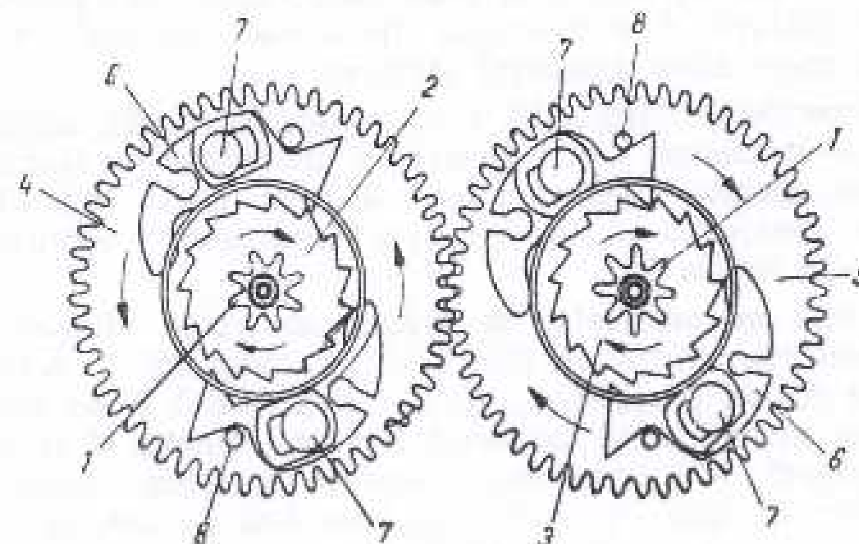


Fig. 208. Mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

Cei doi clicheți sînt astfel amplasați pe roată încît în orice moment limba de închidere a unuia dintre clicheți să se afle între dinții roții. Clicheții permit rotirea într-un singur sens și funcționează după același principiu ca și eșapamentul ciocănelului la ceasornicul deșteptător.

În figura 209 este reprezentată încă o variantă constructivă a unui astfel de mecanism. Pe pinionul *1* este fixată rigid roata inferioară *2*, de care este legat, tot rigid, un inel cu dantură specială interioară *3* și o

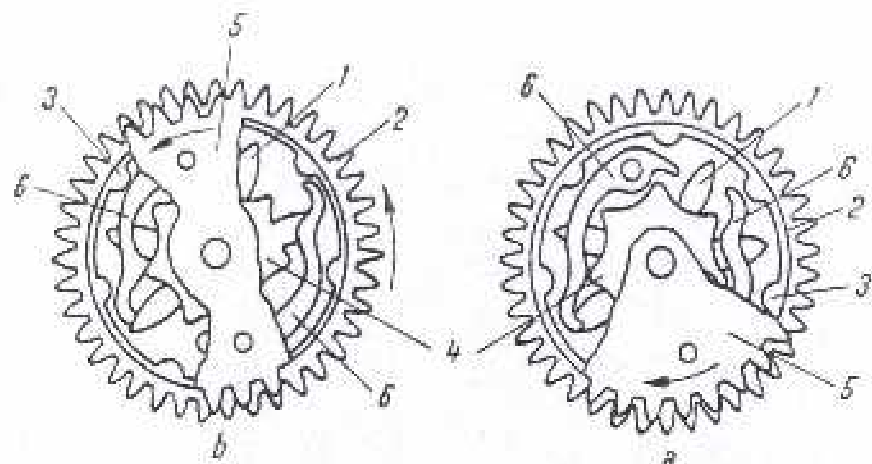


Fig. 209. Mecanism de armare cu roata de clichet dublă și clichet șerpuitor.

roată sub formă de stea *4*. Roata superioară *5* se poate roti liber pe ax și are montați pe ea doi clicheți *6* de formă specială. În figura 209, *a* roata *5* se poate roti liber, iar cei doi clicheți șerpuiesc între inel și stea; în figura 209, *b* roata *5* rotindu-se în sens contrar antrenează prin intermediul clicheților și roata inferioară *2*.

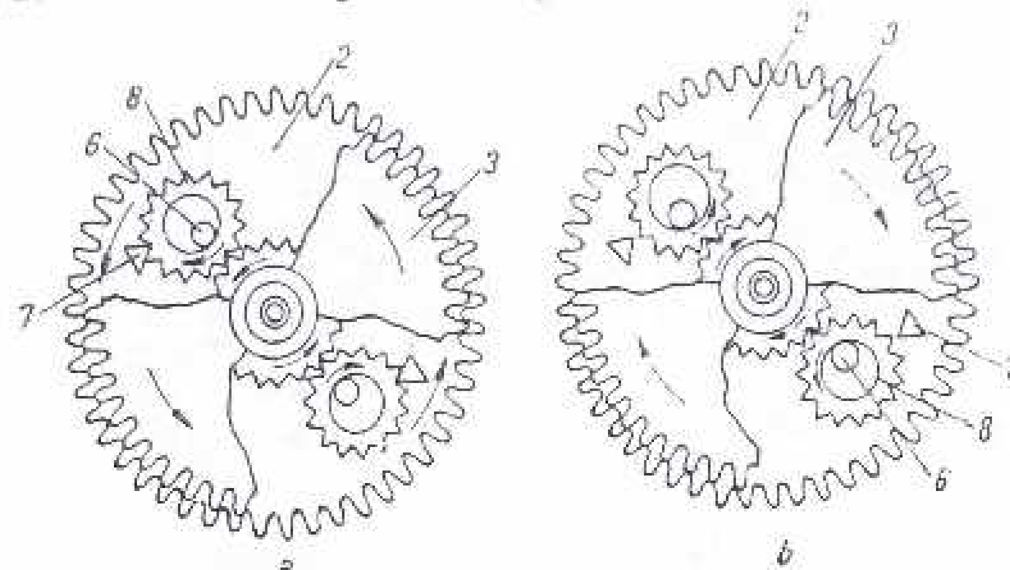
La unele ceasornice roata de clichet și clicheții s-au înlocuit cu o pereche de roți planetare cu dantură unghiulară ascuțită. Un astfel de sistem este reprezentat în figura 210. Roata inferioară *2* este legată rigid de axul *1* (fig. 210, *c*). Roata superioară *3* împreună cu roata *4* și lagărul *5* formează corp comun și se rotesc liber pe axul *1*. Roata inferioară este prevăzută cu două știfturi *6* și două limitatoare triunghiulare *7* (fig. 210, *a*, *b*). Pe știfturile *6* se montează cîte o roată planetară *8* avînd o gaură mult mai mare decît diametrul știftului.

Dacă roata superioară *3* (fig. 210, *a*) se rotește în sensul săgeții, roțile planetare *8* se blochează, iar mișcarea se transmite la roata inferioară *2*. Dacă însă această roată se rotește în sens invers (fig. 210, *b*), roțile planetare se deplasează și trec pe lîngă limitatorul 7. Montarea în ceasornic rezultă din figura 207.

Tot în categoria mecanismelor de armare cu roată clichet dublă intră și mecanismul reprezentat în figura 211, cu toate că la acesta nu mai este vorba de clichet propriu-zis. Axul *1* și pinionul *2* fac corp comun și pe ele este montat rigid tamburul *3*. Roata dințată *4* se rotește liber și este prevăzută în interior cu o dantură specifică. Arcurile de cerc care leagă baza dinților au centrul deplasat față de axa de rotație. În locașurile delimitate de dinții interiori ai roții *4* se introduc niște role *5* de piatră. Diametrul acestor role este mai mare decît distanța

minimă dintre diametrul exterior al tamburului și fundul locașurilor rolelor. Astfel, cînd rolele vor fi antrenate de roata *4* în sensul orar (fig. 211, *b*) ele se vor împăna și vor antrena tamburul. Dacă roata *4* se rotește în sens contrar ele se vor elibera și tamburul *3* rămîne nemișcat (fig. 211, *a*).

Felul cum sînt montate aceste roți în ceasornic rezultă din figura 212. Roata de antrenare *1* de pe rotor angrenează cu roata *2* al cărei pinion



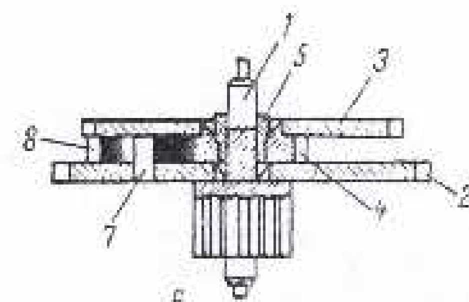


Fig. 210. Mecanism de armare cu roată dublă și roți planetare.

antrenează roata de transmisie *3*. Roata direcțională *2* angrenează cu cealaltă roată direcțională *4* al cărei pinion angrenează tot cu roata de transmisie *3*. În felul acesta, este asigurată armarea arcului motor într-o singură direcție, indiferent de sensul de rotație al rotorului.

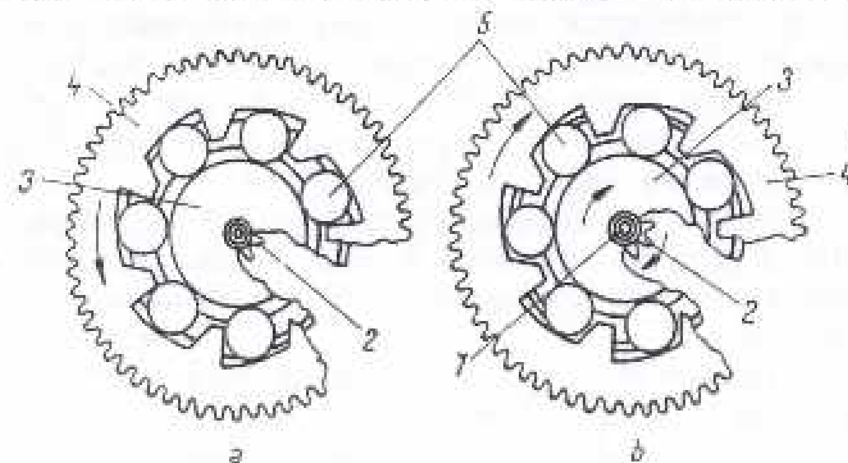


Fig. 211. Mecanism de armare cu roată dublă și role.

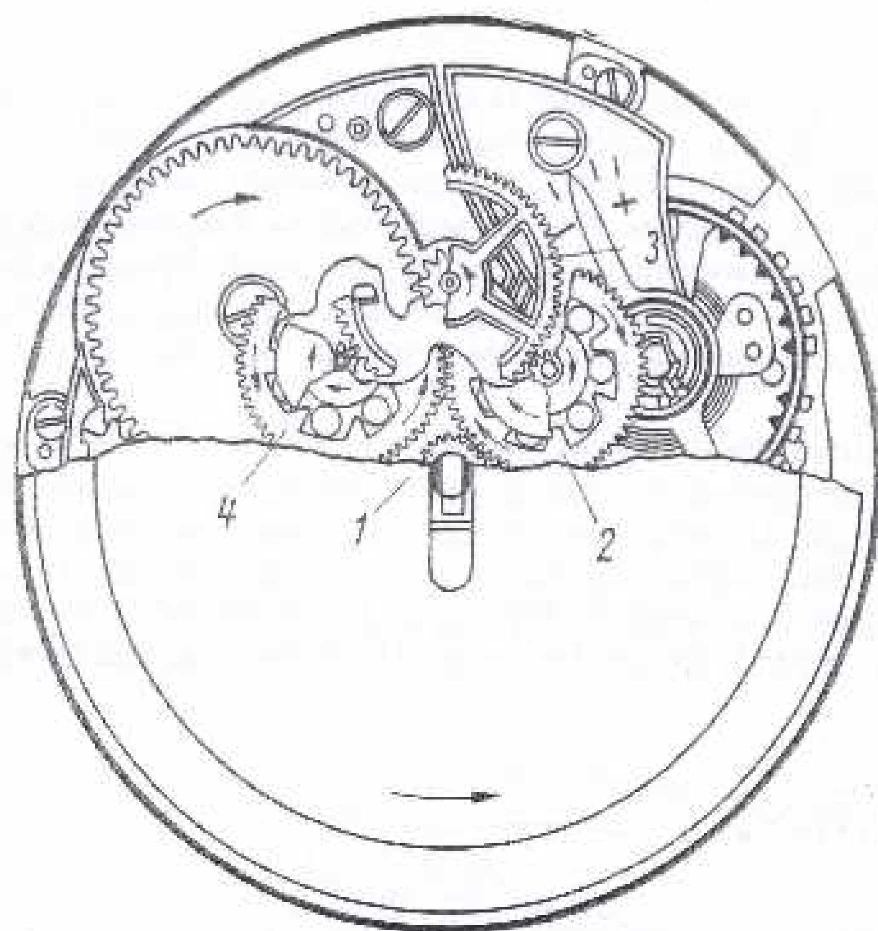


Fig. 212. Ceasornic cu mecanism de armare cu roată dublă și role.

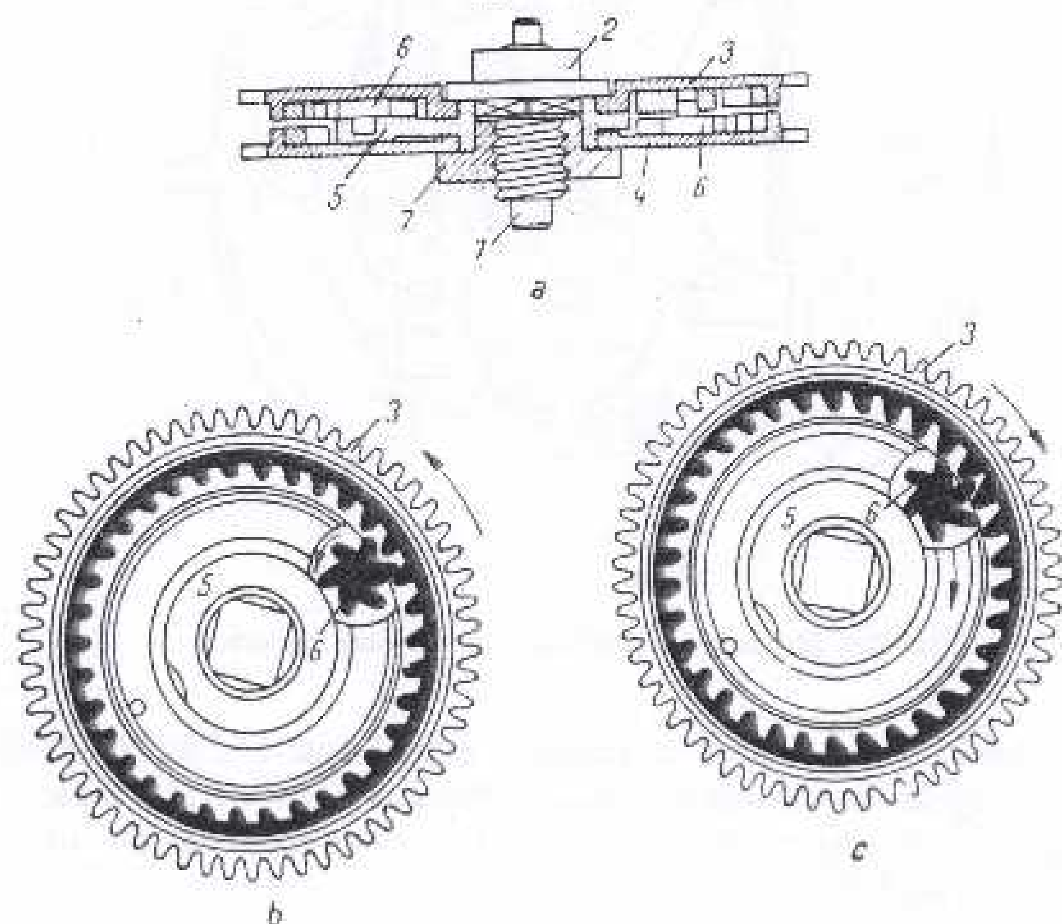


Fig. 213. Mecanism cu roată dublă cu un singur ax.

Un mecanism de armare cu roată de clichet dublă, la care ambele roți sînt montate pe același ax, este reprezentat în figura 213, *a*. Pe axul *1*, care face corp comun cu pinionul *2*, se pot roti liber roata superioară *3* și roata inferioară *4*, ambele roți fiind prevăzute cu o dantură interioară înclinată. Înclinarea profilelor la cele două roți este de sens contrar. Axul *1* este prevăzut cu o porțiune pătrată pe care este montat discul *5*. Pe acest disc sînt montate două roți planetare cu dinți înclinați *6*, care angrenează una cu dantura interioară a roții *3*, iar cealaltă cu roata *4*. Tot acest ansamblu este închis de piulița filetată *7* astfel ca jocul axial să fie minim.

Dacă roata *3* se rotește în sensul indicat în figura 213, *b*, roata planetară *6* se rotește în jurul axului propriu. Dacă roata *3* se rotește în sens contrar (fig. 213, *c*), roata planetară *6* se blochează (datorită dinților înclinați) și astfel va fi antrenat discul *5* și, împreună cu el, axul *1*.

Dacă în locul roții *3* se va roti roata *4*, cele arătate se vor repeta, numai că lucrurile vor fi inversate, adică, în primul caz prezentat roata *4* va antrena și axul, iar în al doilea caz roata *4* și roata planetară *6* se vor roti liber.

f. **Mecanismul de armare cu rotor planetar.** La toate sistemele de armare automată prezentate pînă acum, cu greutate oscilantă sau cu rotor, acestea sînt montate pe ax în centrul ceasornicului. Greutatea oscilează sau se rotește deasupra podului roților dințate din care cauză ceasornicele au o grosime destul de mare.

Mecanismele cu rotor central mai au dezavantajul că axul și lagărele sînt foarte mult solicitate și se uzează repede.

În ultimii ani, datorită perfecționării mecanismelor de armare automată, se utilizează rotoare mai mici, care pot fi amplasate lateral, eco-

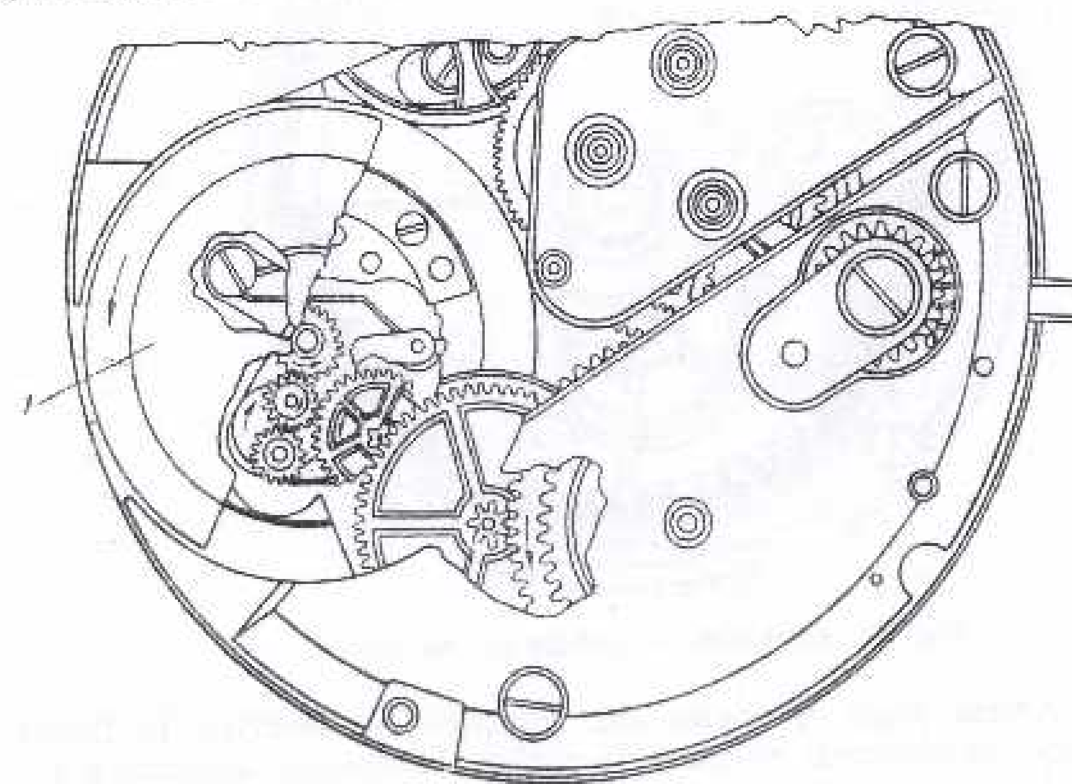


Fig. 214. Ceasornic cu rotor planetar.

nomisindu-se spaţiul. Aceste rotoare sînt amplasate la nivelul podurilor şi nu îngroaşă ceasornicul. Ele mai prezintă avantajul că solicitările în lagăr sînt mult reduse. Pentru a nu se mări prea mult raportul de amplificare al forţei, aceste rotoare se execută din materiale grele (aur, platină etc.). Aceste rotoare pot fi folosite cu oricare dintre sistemele de armare descrise. Constructorii preferă însă mecanismul cu pod oscilant, deoarece acesta se poate miniaturiza mai uşor. În figura 214 este reprezentat un ceasornic cu rotor planetar şi pod oscilant, în care prin *1* s-a notat rotorul.

3. Armarea cu inel dinţat

La mecanismul de armare cu inel dinţat rotorul este montat cu ajutorul unui rulment fie pe axul central, fie pe circumferinţa sa. În ambele cazuri, lagărul (rulmentul) trebuie să fie destul de robust ca să reziste la şocuri şi la uzură prematură.

Rotorul se compune dintr-un inel prevăzut cu dantură interioară pe care este fixată excentric o greutate. Un astfel de mecanism este reprezentat, în figura 215. Rotorul *1*, de care este fixat inelul *2*, antrenează roata dinţată *3*. Pinionul *4*, fixat pe roata *3*, antrenează sistemul

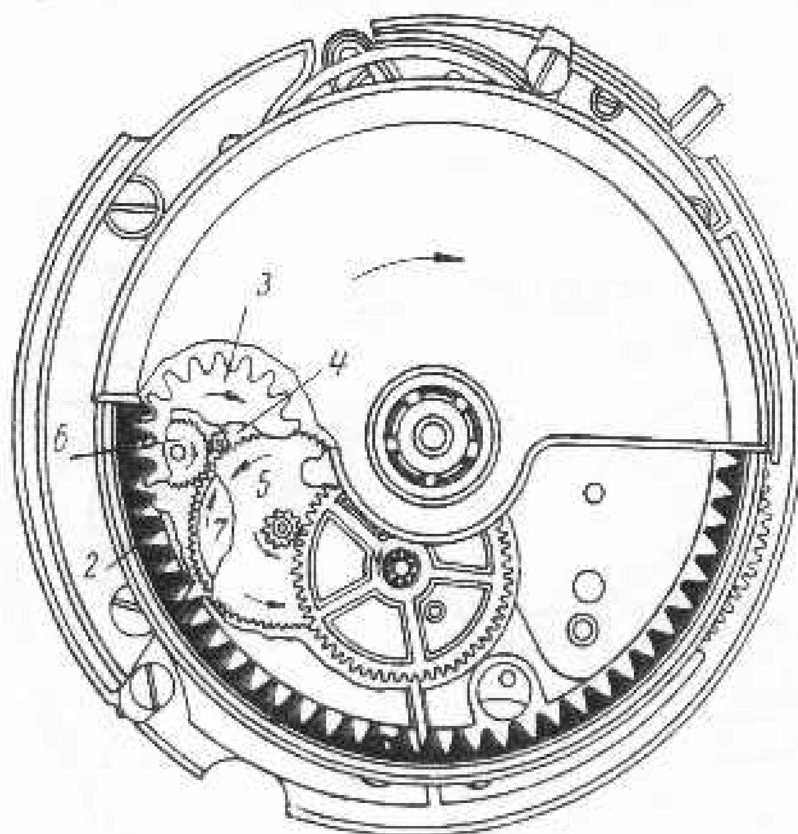


Fig. 215. Mecanism de armare cu inel dinţat.

direcţional. Acesta poate fi oricare din mecanismele descrise. În figură s-a reprezentat mecanismul cu roată de clichet dublă unde pinionul *4* antrenează roata superioară *5* şi roata intermediară, *6*, care la rîndul ei antrenează roata inferioară *7* în sens contrar faţă de roata *5*.

4. Armarea cu mişcare liniară

Mecanismul de armare automată la care greutatea execută o mişcare liniară este destul de rar folosit deoarece execuţia lui cere o înaltă tehnicitate şi multă precizie. Totuşi, la unele ceasornice se foloseşte acest mecanism reprezentat în figura 216. În acest caz se folosesc impulsurile care apar în timp ce ceasornicul este purtat pe mînă. Aceste impulsuri au direcţia cifrelor 6—12 de pe cadran. De aceea greutatea montată pe două coloane paralele execută o mişcare rectilinie alternativă în această direcţie.

La capătul cursei greutăţii apar şocuri care sînt amortizate de arcuri.

Greutatea *1* are forma de inel şi poate culisa pe coloanele *2* şi *3* care sînt fixate rigid de mecanism. Pe greutate este fixat prin şuruburi braţul *4* de care este legată printr-o articulaţie tija dinţată *5*, apăsată spre roata de clichet *7* de arcul *6*. Atît roata de clichet cît şi tija dinţată sînt prevăzute cu dinţi înclinaţi. Pe roata de clichet mai acţionează clichetul de blocare *8*. Armarea se produce numai într-o singură direcţie (în direcţia săgeţii de pe desen), cealaltă fiind o cursă în gol. Readucerea greutăţii în poziţia iniţială (cursa în gol) este asigurată de arcul *9* a cărui forţă se poate regla cu inelul *10*.

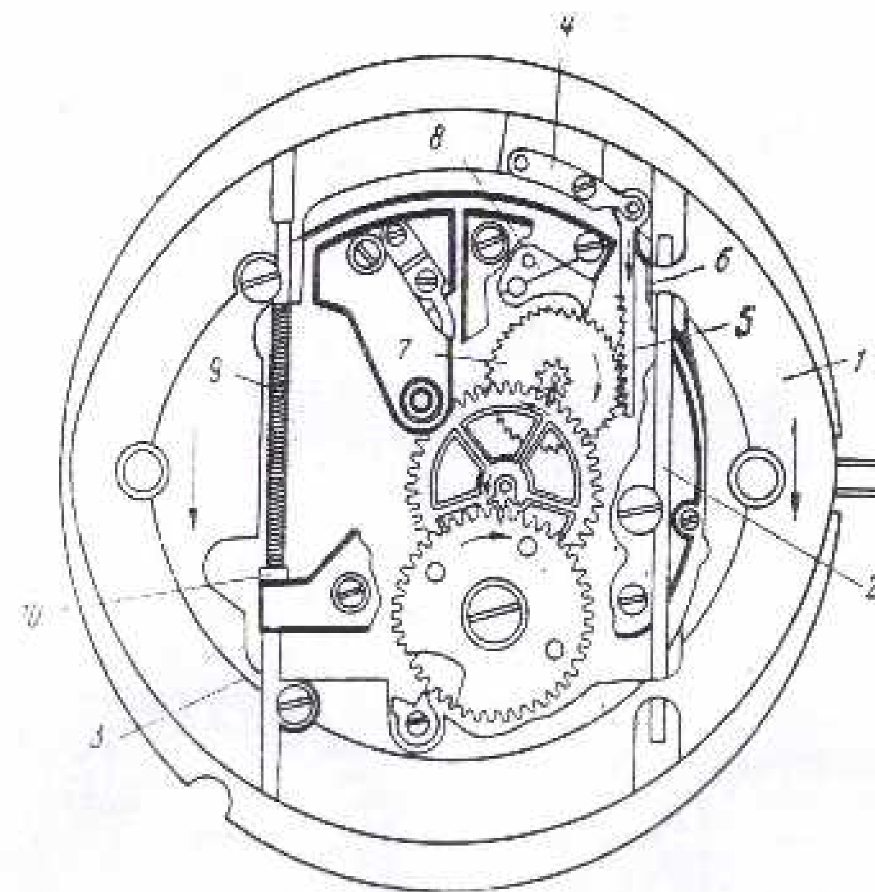


Fig. 216. Mecanism de armare cu mişcare liniară.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele ceasornicelor cu armare automată?
2. Care sînt părțile principale ale mecanismului de armare automată?
3. Cum se clasifică ceasornicele cu armare automată?
4. Care este principiul de funcționare a ceasornicelor cu armare automată?
5. Ce se înțelege prin supraarmare?
6. Cum se evită supraarmarea?
7. Cum se face semnalizarea rezervei de mers?
8. Cum funcționează dispozitivul de semnalizare diferențial?
9. Din ce motive se aplică decuplarea armării manuale?
10. Care sînt principalele dispozitive de decuplare a armării?
11. Cum funcționează ele?
12. Care sînt principalele tipuri de lagăre pentru rotor?
13. Cum se evită suprasarcinile în lagăr în cazul șocurilor?
14. Care sînt mecanismele de armare automată cu greutate oscilantă și cum funcționează ele?
15. Care sînt dezavantajele mecanismelor de armare automată cu greutate oscilantă?
16. Care sînt principalele grupe de mecanisme de armare automată cu roți?
17. Cum funcționează mecanismul de armare automată cu sector dințat?
18. Care sînt principalele mecanisme de armare cu excentric și care este deosebirea dintre ele?
19. Care sînt principalele mecanisme de armare cu roată planetară și cum funcționează ele?
20. Care este avantajul mecanismului de armare cu pod oscilant față de cele cu roată planetară?
21. Cum se micșorează forțele de frecare la mecanismul de armare cu roata de clichet dublă;
22. Cum funcționează mecanismul de armare cu roata de clichet dublă?
23. Care sînt avantajele rotorului planetar?
24. Cum funcționează mecanismul de armare cu inel dințat?
25. Cum funcționează mecanismul de armare cu mișcare liniară?

PARTEA
A PATRA

Aparate electrice folosite în ceasornicărie

CAPITOLUL I

ELEMENTE DE CIRCUIT

Datorită avantajelor pe care le prezintă, ceasornicele electrice se utilizează din ce în ce mai mult și de aceea este necesar ca ceasornicarul să cunoască funcționarea acelor aparate electrice care intră în construcția ceasornicelor.

În această parte sînt descrise principalele aparate electrice folosite în ceasornicărie și instrumentele de măsură indispensabile atelierelor de reparat.

Elementele cei mai frecvent întîlnite în construcția aparatelor cît și în circuitele electrice sînt: rezistențele electrice; bobinele; condensatoarele.

1. Rezistențe electrice

a. **Definiție.** Proprietatea conductoarelor electrice de a se opune trecerii curentului electric se numește rezistență electrică. Rezistența electrică a unui conductor se poate determinta cantitativ pe baza legii lui Ohm:

$$R=\frac{U}{I} \tag{23}$$

Valoarea constantei R (rezistența) este o mărime caracteristică fiecărui conductor. Deci rezistența electrică R a unui conductor este o mă-

rime ce poate fi măsurată indirect prin raportul dintre tensiunea electrică constantă U aplicată între capetele conductorului și intensitatea curentului continuu I produsă de ea în conductor.

Rezistența electrică se reprezintă simbolic, în schemele electrice ca în figura 217.

Din legea lui Ohm se deduce unitatea de rezistență electrică. Dacă tensiunea se măsoară în volți (V) iar curentul în amperi (A) se obține re-

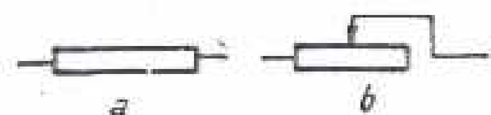


Fig. 217. Reprezentarea schematică a rezistențelor:
a — rezistență fixă; b — rezistență variabilă.

zistența în ohmi (Ω). Un ohm este rezistența unui conductor prin care se stabilește un curent de un amper dacă la capetele lui se aplică o tensiune constantă de un volt.

Rezistența electrică depinde de dimensiunile și de natura conductorului. Ea poate fi exprimată și cu relația:

$$R=\rho\frac{l}{S} \qquad (24)$$

în care:

l este lungimea conductorului;
S — secțiunea conductorului;
ρ — rezistivitatea.

Dacă în relația (24) se ia $l=1$ m și $S=1$ mm^2 atunci $R=\rho$, adică rezistivitatea unei substanțe este o mărime numeric egală cu rezistența unui conductor din acea substanță avînd lungimea de 1 m și secțiunea de 1 mm^2.

b. **Dependența rezistenței de temperatură.** S-a constat că rezistivitatea ρ crește o dată cu creșterea temperaturii.

Pentru variații de temperatură nu prea mari dependența rezistivității față de temperatură este dată de relația:

$$\rho=\rho_0(1+\alpha t) \qquad (25)$$

în care:

ρ_0 este rezistivitatea la 0°C;
ρ — rezistivitatea la temperatura t;
α — coeficientul termic al rezistivității.

Pentru metale pure valoarea lui α este de 0,004 grd^{-1}. Pentru unele aliaje speciale care se folosesc la executarea rezistoarelor, valoarea lui α poate fi considerată practic nulă. Există o serie de substanțe numite semiconductoare a căror rezistivitate scade cînd temperatura crește.

c. **Efectele rezistenței electrice într-un circuit.** Orice rezistență electrică într-un circuit închis produce o cădere de tensiune exprimată prin relația:

$$U=RI \qquad (26)$$

în care U este diferența de potențial măsurată între capetele rezistenței. Dacă tensiunea aplicată unui circuit electric rămîne constantă, iar rezistența crește, curentul din circuit scade. Cînd rezistența ajunge la infinit

curentul este egal cu zero, deci întreruperea circuitului este echivalentă cu introducerea în circuit a unei rezistențe cu valoare infinită.

Dimpotrivă, dacă rezistența se micșorează curentul crește. Cînd rezistența ajunge aproape de zero curentul crește foarte mult (scurtcircuit) și dacă nu este întrerupt la timp produce arderea elementelor pe care le străbate.

O rezistență electrică străbătută de curent transformă o parte din energia electrică în energie calorică (căldură). Acest fenomen este exprimat de legea Joule-Lenz:

$$W=RI^2t \qquad (27)$$

în care W este energia transformată în căldură iar t este timpul cît a durat fenomenul.

Deoarece nu există circuit electric fără rezistență electrică înseamnă că toate aparatele electrice se încălzesc. Această încălzire nu împiedică buna lor funcționare dacă nu depășește anumite limite care să degradeze materialul.

d. **Gruparea rezistoarelor.** Rezistorul este un corp conductor sau semiconductor utilizat ca element de circuit pentru proprietatea sa de a avea o anumită rezistență electrică. Rezistoarele se fabrică pentru anumite valori ale rezistenței. Pentru a se obține alte valori este uneori necesar să se grupeze rezistoarele. Gruparea lor se face în două feluri: legarea în serie și legarea în paralel.

Prin legarea în serie (fig. 218) fiecare rezistor este parcurs de același curent. Tensiunea U aplicată la bornele A și B este egală cu suma căderilor de tensiune pe cele trei rezistoare. Ținîndu-se seamă de legea lui Ohm $U=I\cdot R$ se poate scrie:

$$R\cdot I=R_1I+R_2I+R_3I=(R_1+R_2+R_3)\cdot I$$

adică

$$R=R_1+R_2+R_3 \qquad (28)$$

Generalizîndu-se se poate afirma că rezistența echivalentă a mai multor rezistoare legate în serie este egală cu suma rezistențelor acelor rezistoare.

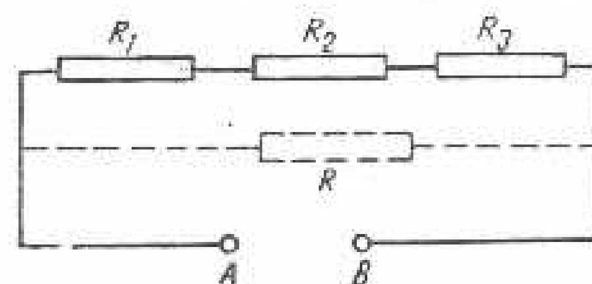


Fig. 218. Legarea în serie a rezistoarelor.

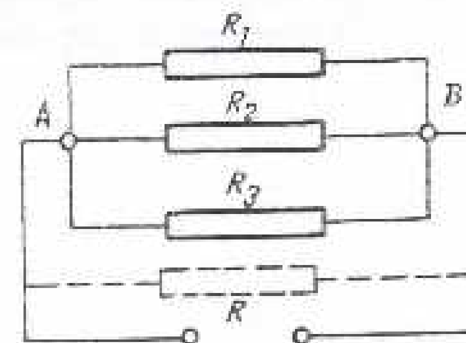


Fig. 219. Legarea în paralel a rezistoarelor.

Gruparea în paralel a rezistoarelor (fig. 219) se face prin legarea împreună a intrărilor, respectiv ieșirilor tuturor rezistoarelor. Astfel curentul total I se ramifică în punctul A în I_1, I_2 și I_3.

Ținîndu-se seamă că în punctul B, $I = I_1 + I_2 + I_3$ și de legea lui Ohm se poate scrie:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad \text{sau} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \tag{29}$$

Generalizîndu-se pentru mai multe rezistoare se poate afirma că inversul rezistenței echivalente a unui grup de rezistoare legate în paralel este egal cu suma inverselor rezistențelor acelor rezistoare.

Dacă toate rezistoarele legate în paralel au aceeași rezistență R_1 atunci rezistența echivalentă este egală cu $\frac{1}{n}$ din valoarea unei singure rezistențe

$$R = \frac{R_1}{n} \tag{30}$$

Receptoarele electrice, alimentate de la aceeași rețea electrică trebuind să poată funcționa fie toate o dată, fie separat fiecare se leagă în paralel. Deconectarea unuia nu împiedică funcționarea celorlalte.

e. **Măsurarea rezistențelor electrice.** Mărimea rezistenței se deduce din legea lui Ohm: $R = \frac{U}{I}$.

Pentru rezistențe mari se folosește montajul din figura 220, *a*. Trebuie măsurate tensiunea U la capetele rezistenței R_x și curentul I care circulă prin R_x. Ampermetrul A dă valoarea exactă pentru I. Tensiunea U măsurată de voltmetrul V conține și tensiunea de la bornele ampermetrului $U_A = I \cdot R_A$ care trebuie scăzută din U. Valoarea rezistenței de măsurat va fi deci:

$$R_x = \frac{U - I \cdot R_A}{I}, \tag{31}$$

Rezistența ampermetrului este însă foarte mică față de valoarea rezistenței de măsurat, deci se poate neglija $I \cdot R_A$ față de U încît:

$R_x \approx \frac{U}{I}$, valoare foarte apropiată de valoarea reală a lui R_x.

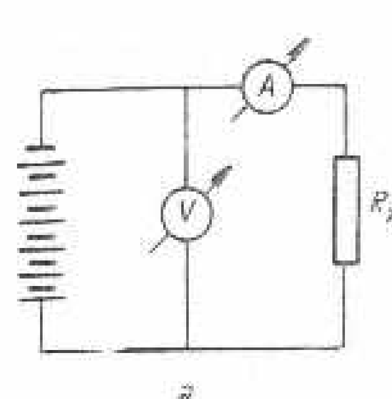
Pentru măsurarea rezistențelor mici se folosește montajul din figura 220, *b*. Voltmetrul V indică valoarea exactă a tensiunii U dintre bornele A și B ale rezistenței R_x. Însă curentul I indicat de ampermetrul A conține și curentul $I_V = \frac{U_V}{R_V}$ care circulă prin voltmetru și trebuie scăzut din I. Valoarea rezistenței de măsurat va fi:

$$R_x = \frac{U}{I - I_V} = \frac{U}{I - \frac{U_V}{R_V}} \tag{32}$$

Deoarece voltmetrul are rezistența R_v foarte mare față de R_x, curentul I_V poate fi neglijat față de I încît:

$$R_x \approx \frac{U}{I}, \text{ valoare foarte apropiată de valoarea reală a lui } R_x. \tag{33}$$

Pentru măsurarea rapidă și directă a rezistențelor nu prea mici se folosește ohmmetrul. El se bazează pe măsurarea unei rezistențe cu ajutorul unui voltmetru V (fig. 221) cu rezistența R_V cunoscută. La închiderea întrerupătorului K, rezistența de măsurat este scurtcircuitată, iar



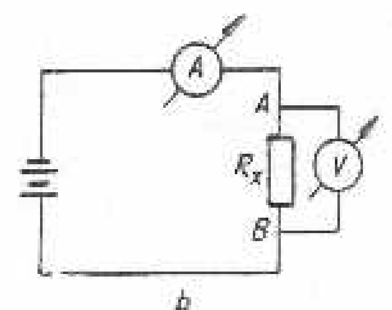


Fig. 220. Măsurarea rezistențelor cu voltmetrul și ampermetrul.

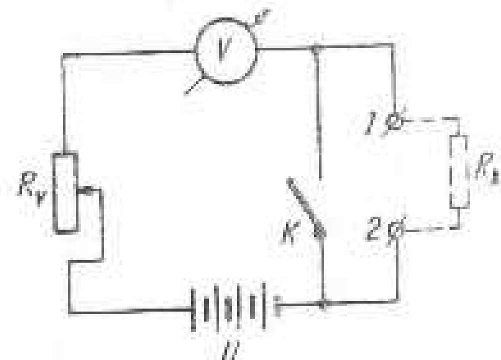


Fig. 221. Măsurarea rezistențelor cu voltmetrul și rezistența etalon.

voltmetrul indică tensiunea U de la bornele sursei. La deschiderea întrerupătorului K, voltmetrul indică numai tensiunea U_V de la bornele sale. La bornele rezistenței de măsurat R_x va fi deci tensiunea:

$$U_1 = U - U_V = IR = \frac{U_V}{R_V} R$$

Se deduce:

$$R = \frac{U - U_V}{U_V} R_V \tag{34}$$

Întregul montaj inclusiv bateria de alimentare se introduce într-o cutie, lăsîndu-se accesibile din exterior bornele între care se conectează rezistența de măsurat. Scara este gradată în volți și în ohmi astfel încît la scurtcircuitare (cînd întrerupătorul este închis) cînd deviația este maximă acul indică valoarea zero a rezistenței.

f. **Construcția și utilizările rezistoarelor.** După cum s-a arătat rezistențele electrice conectate într-un circuit electric produc o scădere de tensiune și transformă energia electrică în energie termică. Din acest punct de vedere rezistoarele se împart în două grupe: pentru încălzire și pentru reglarea tensiunii.

Rezistoarele pentru încălzire se folosesc în aparatele și instalațiile termice ca: reșouri, cuptoare electrice, fiare de călcat etc.

Rezistoarele pentru reglarea tensiunii se folosesc în laboratoare, la instrumente de măsurat, în radiotehnică, la pornirea și reglarea motoarelor electrice etc.

Rezistoarele de încălzire se execută fie din aliaje metalice, fie din carbură de siliciu (silită). Aliajele pentru rezistențe se trag în sîrmă sau benzi de diferite secțiuni. Rezistoarele din sîrmă se înfășoară sub formă de bare sau tuburi, avînd diametrul între 4 și 50 mm, iar lungimea între 60 și 1 500 mm, cu capetele metalizate.

Pentru executarea rezistențelor de reglare se folosesc aliaje metalice care au coeficientul termic al rezistivității foarte mic (practic egal cu zero).

Astfel de aliaje sînt: manganina (86% Cu, 2% Ni, 12% Mn), constantanul (60% Cu, 40% Ni), nichelina (30% Ni, 3% Mn, 67% Cu), cromnichelul (57% Ni, 16% Cr, 27% Fe) etc. Aceste aliaje se trag în sîrmă subțire și se înfășoară sub formă de bobină.

În tehnica curenților mici (telecomunicații, radiotehnică) și în ceasornicărie se folosesc cu precădere rezistoare chimice pe bază de cărbune. Ele se împart în:

— rezistoare cu peliculă de lac;
— rezistoare cu strat de cărbune;
— rezistoare masive.

1) *Rezistoarele cu peliculă de lac* se execută aplicîndu-se pe tuburi subțiri de sticlă o peliculă formată din lac de ulei cu grafit și negru de fum.

Bornele de legătură se realizează din sîrme lipite pe pelicula de lac cu o pastă specială, bună conducătoare.

Tubul se acoperă apoi sub presiune cu un strat de protecție din mase plastice.

Aceste rezistoare au dezavantajul unei valori mai puțin stabile în timp și care variază mult cu temperatura și au o rezistență insuficientă la umiditate.

2) *Rezistoarele cu strat de cărbune* (fig. 222) se obțin precipitînd pe vergele ceramice carbon rezultat din descompunerea vaporilor de hidrocarburi la temperatură înaltă și fără oxigen.

Valori diferite și mărite ale rezistenței se obțin prin tăierea unui șanț în spirală pe suprafața stratului conductor. Operația se execută cu un disc subțire abraziv, apoi vergeaua se acoperă cu un lac protector contra umezelii și deteriorării mecanice.

Fig. 222. Rezistoare cu strat de cărbune.

Rezistențele chimice se fabrică pentru puteri de la 0,25 W la cîțiva wați și au borne de diferite construcții.

3) *Rezistoarele masive* se fabrică în formă de bare, din praf de cărbune sau de grafit cu liant sintetic. Uneori aceste rezistoare se închid în tuburi izolante.

2. Bobine de inducție

a. **Definiție.** Bobina de inducție se obține prin înfășurarea unui fir conductor izolat, sub formă de spire alăturate, pe un cilindru cu lungime mare față de diametrul spirelor (fig. 223, *a*).

Dacă prin înfășurarea unei bobine circula un curent electric în interiorul bobinei ia naștere un cîmp magnetic, cu o inducție magnetică:

$$B=\mu\frac{NI}{l} \qquad (35)$$

în care:

N este numărul de spire ale bobinei;
I — curentul ce străbate înfășurarea;
l — lungimea bobinei;
μ — o constantă care depinde de materialul miezului, denumită permeabilitate magnetică.

Sensul liniilor de forță ale cîmpului magnetic din interiorul bobinei se obține prin aplicarea regulii burghiului drept. Dacă se rotește un burghiu drept în sensul în care circulă curentul în spirele bobinei, atunci sensul de înaintare al burghiului indică sensul liniilor de forță ale cîmpului magnetic din bobină. Reprezentarea schematică a bobinei (fără miez de fier) este arătată în figura 223, *b*.

Proprietatea unei bobine de a da naștere unei tensiuni electromotoare induse se numește inductanță. Inductanța unei bobine se notează cu litera L, iar unitatea prin care se măsoară se numește henry (H).

Tensiunea electromotoare apare într-o bobină atunci cînd ea este plasată într-un cîmp magnetic variabil. Dacă cîmpul magnetic variabil este produs de însăși bobina prin variația curentului din spirele ei, se obține o tensiune electromotoare denumită de autoinducție.

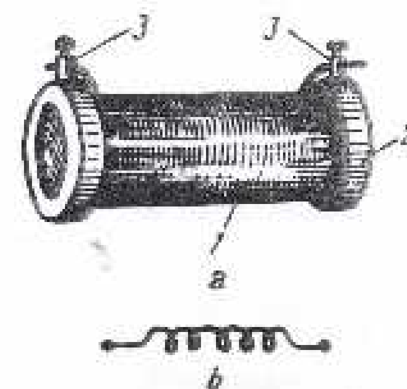


Fig. 223. Bobină:
1 — conductor; 2 — carcasă izolantă; 3 — borne.

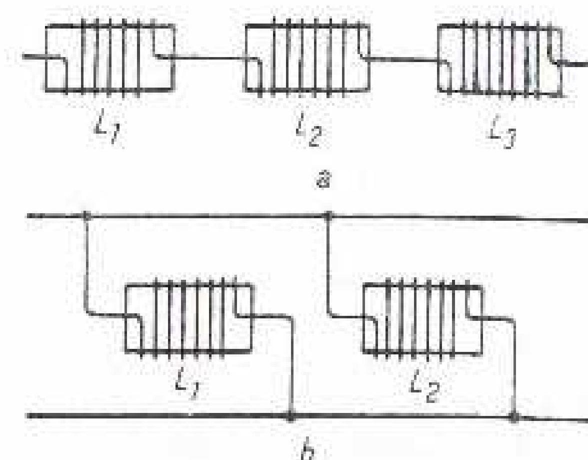


Fig. 224. Gruparea bobinelor așezate la distanță unele de altele.

b. **Gruparea bobinelor.** La legarea bobinelor în serie sau paralel apar două cazuri distincte:

1) *Bobinele grupate sînt așezate la distanță unele de altele astfel ca ele să nu se influențeze reciproc.* În acest caz inductivitatea bobinei echivalente se calculează cu aceeași relație ca în cazul grupării rezistențelor.

La gruparea în serie (fig. 224, *a*):

$$L=L_1+L_2+L_3 \qquad (36)$$

La gruparea în paralel (fig. 224, b):

$$\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}. \quad (37)$$

2) *Bobinele grupate sînt așezate la distanțe mici și se influențează reciproc (sînt cuplate).* În acest caz la calculul inductivității echivalente se ia în considerație și coeficientul de inducție mutuală (M) care se calculează cu relația:

$$M=\sqrt{L_1 \cdot L_2} \quad (38)$$

Astfel autoinducția a două bobine cuplate și legate în serie este:

$$L=L_1+L_2\pm 2M \quad (39)$$

după cum spirele sînt în același sens (fig. 225, a) sau în sens opus (fig. 225, b).

În cazul legării în paralel:

$$L=\frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1+L_2+2M}. \quad (40)$$

Fig. 225. Gruparea bobinelor apropiate între ele.

Rolul bobinelor de reactanță în circuitele electrice este de a reduce și localiza efectele scurtcircuitelor. La circuitele de curent continuu se limitează numai curentul de scurtcircuit inițial pe cînd la circuitele de curent alternativ curentul de circuit se limitează pe toată perioada scurtcircuitului.

Bobinele se utilizează pe scară largă în radiotehnică și anume în circuitele oscilante.

3. Condensatoare

a. **Definiție.** Condensatorul este un aparat constituit din două suprafețe conductoare (armături) separate printr-un strat izolator avînd o grosime mică în raport cu dimensiunile armăturilor.

Condensatorul se caracterizează prin capacitatea sa. Prin capacitate electrică se înțelege raportul constant dintre cantitatea de electricitate cu care este încărcat un conductor și valoarea la care se ridică potențialul său.

Notîndu-se cu C capacitatea electrică, rezultă:

$$C=\frac{Q}{V}. \quad (41)$$

Dacă cantitatea de electricitate se măsoară în coulombi (C) și potențialul în volți (V) se obține capacitatea în farazi (F).

Un farad este capacitatea unui conductor, izolat și depărtat de alte conductoare, care la potențialul de 1 V se încarcă cu 1 C.

Faradul este o unitate de capacitate electrică foarte mare și de aceea în practică se folosesc submultiplii faradului: microfaradul (μF), nanofaradul (nF) și picofaradul (pF).

Condensatorul are o capacitate mult mai mare decît capacitatea armăturilor care îl formează.

Capacitatea electrică a unui condensator este definită prin raportul dintre sarcina unei armături și diferența de potențial dintre cele două armături

$$C=\frac{Q}{V_A - V_B}. \quad (42)$$

Condensatorul se încarcă atunci cînd una dintre armături este pusă la un potențial oarecare. În felul acesta fiecare armătură se încarcă cu aceeași cantitate de electricitate, dar de sens contrar.

Unindu-se armăturile printr-un conductor, condensatorul se descarcă producînd o scînteie electrică. Condensatorul este deci un acumulator de energie electrică. Condensatoarele se prezintă prin două linii groase, paralele, egale în lungime (fig. 226).

b. **Clasificarea condensatoarelor.** Condensatoarele se pot clasifica după mai multe criterii:

— *după forma lor pot fi:* plane, cilindrice, sferice;

— *după posibilitatea de variere a capacității sînt:* fixe și variabile;

— *după natura dielectricului dintre armături* pot fi: cu hîrtie impregnată, material ceramic, mică, ulei, materiale sintetice;

— *după domeniul de utilizare* există pentru: îmbunătățirea factorului de putere, telefonie și radiotehnică, înmagazinarea energiei etc.

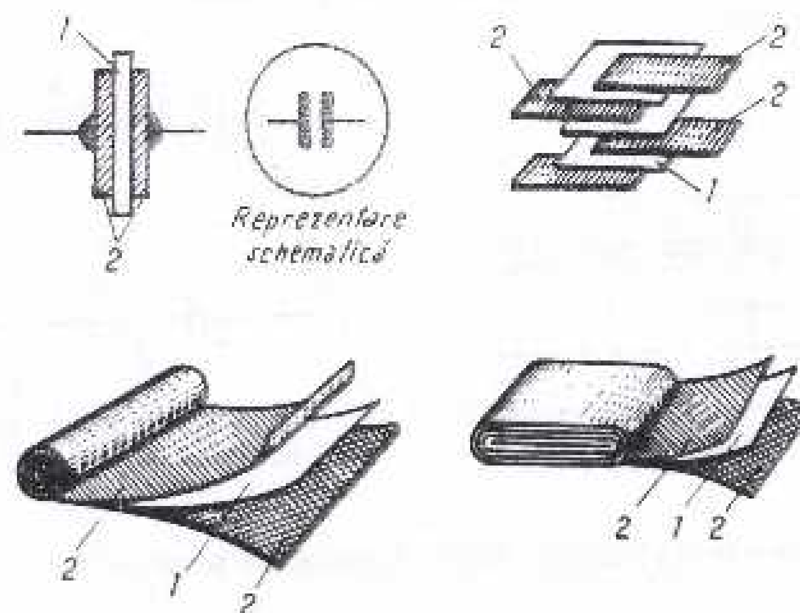


Fig. 226. Executarea condensatoarelor.
1 — dielectric; 2 — armătura.

c. **Gruparea condensatoarelor.** În practică se pune de multe ori problema să se obțină o capacitate diferită de aceea a condensatoarelor existente. Lucrul acesta se realizează prin gruparea condensatoarelor. Mai

multe condensatoare legate împreună se comportă ca un condensator unic cu o capacitate diferită de aceea a fiecărui condensator în parte.

1) *Gruparea condensatoarelor în paralel* se realizează legîndu-se toate armăturile pozitive împreună, respectiv cele negative (fig. 227). În felul acesta armăturile pozitive sînt puse la același potențial V_A iar cele negative la potențialul V_B. Notîndu-se cu C_1, C_2, C_3 capacitățile celor trei condensatoare, se poate scrie:

$$C_1=\frac{Q_1}{V_A-V_B},\quad C_2=\frac{Q_2}{V_A-V_B},\quad C_3=\frac{Q_3}{V_A-V_B} \tag{43}$$

sau capacitatea bateriei de condensatoare C:

$$C=\frac{Q}{V_A-V_B} \tag{44}$$

în care $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ este cantitatea totală de energie acumulată de baterie.

Înlocuindu-se în această egalitate cantitățile de electricitate cu valorile lor scoase din relațiile (43 și 44) se obține:

$$C=C_1+C_2+C_3. \tag{45}$$

2) *Gruparea condensatoarelor în serie* (cascadă) se execută legînd succesiv armătura pozitivă de armătura negativă a condensatorului vecin (fig. 228).

În acest caz fiecare armătură acumulează aceeași cantitate de electricitate, alternativ pozitivă și negativă, iar potențialul armăturilor legate împreună este același.

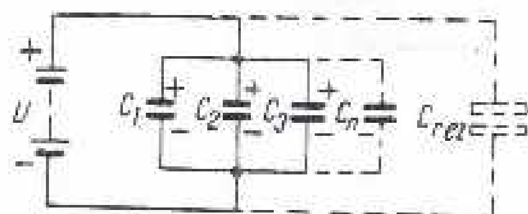


Fig. 227. Gruparea condensatoarelor în paralel.

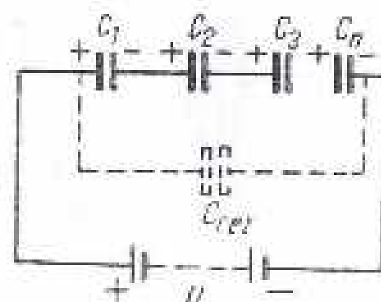


Fig. 228. Gruparea condensatoarelor în serie.

Capacitățile condensatoarelor fiind diferite se poate scrie:

$$C_1=\frac{Q}{V_A-V_B},\quad C_2=\frac{Q}{V_B-V_C},\quad C_3=\frac{Q}{V_C-V_D} \tag{46}$$

iar capacitatea bateriei este:

$$C=\frac{Q}{V_A-V_D}. \tag{47}$$

Ținîndu-se seamă că: $V_A-V_D=(V_A-V_B)+(V_B-V_C)+(V_C-V_D)$ și înlocuindu-se diferențele de potențial prin valorile lor scoase din relațiile (46) și (47) se obține:

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3} \tag{48}$$

d. **Construcția condensatoarelor.** Din marea varietate de condensatoare care se folosesc în diferite domenii se vor descrie numai acele tipuri care se folosesc în radiotehnică și în ceasornicele electrice.

1) *Condensatoarele variabile* (fig. 229) se folosesc în aparatele de radio recepție pentru variația frecvenței circuitului oscilant. Se compun din trei bolțuri pe care se montează armăturile fixe echidistante. Pe un alt bolț, prevăzut la capăt cu rozetă, se montează armăturile mobile astfel încît între două armături fixe să fie una mobilă și invers. Rotindu-se rozeta, se introduce sau se scoate o parte dintre armăturile mobile, variind astfel capacitatea condensatorului.

2) *Condensatoarele cu hîrtie impregnată* sau hîrtie metalizată se obțin prin înfășurarea unor foițe de metal și hîrtie impregnată suprapuse (v. fig. 226) sau prin înfășurarea foiței de hîrtie metalizată. Aceste condensatoare au de obicei o capacitate cuprinsă între 100 pF și 10 μF.

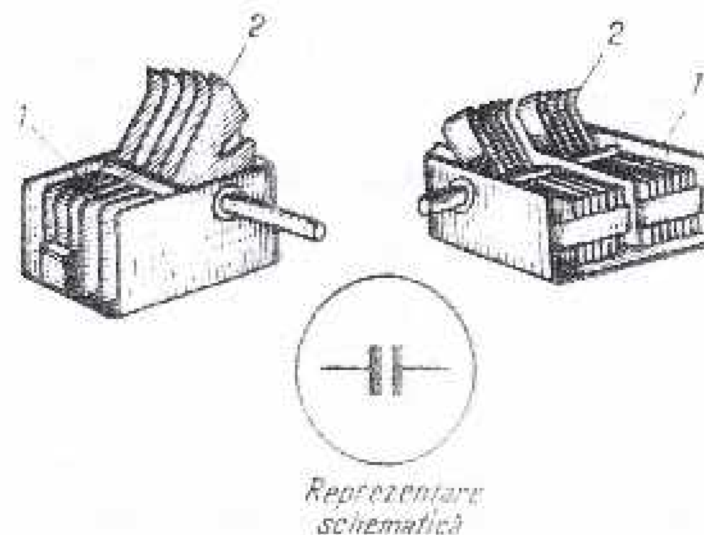


Fig. 229. Condensatoare variabile:
1 — armături fixe; 2 — armături mobile.

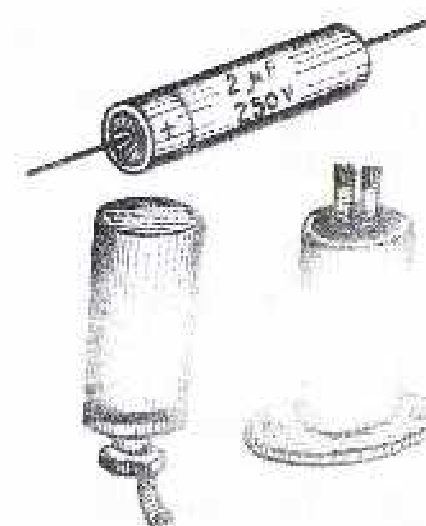


Fig. 230. Condensatoare electrolitice.

3) *Condensatoarele electrolitice* sau *electrochimice* (fig. 230) sînt formate dintr-un cilindru de aluminiu care se umple cu o soluție de hidroxid de sodiu. Hidroxidul de sodiu atacă aluminiul, formînd la suprafața lui un strat foarte subțire de hidroxid de aluminiu, care constituie dielectricul condensatorului și a cărui grosime are abia o fracțiune de micrometru (micron). Peretele de aluminiu și hidroxidul de sodiu formează cele două armături ale condensatorului. Hidroxidul de sodiu este pus în legătură cu exteriorul printr-un conductor de fier, care nu este atacat de NaOH.

Capacitatea condensatoarelor electrolitice este cuprinsă între 10 μF și 2 000 μF.

Condensatoarele nu pot fi încărcate la potențial mai mare decît acela pentru care au fost construite. Dacă diferența de potențial dintre armături este prea mare, cîmpul devine foarte intens și dielectricul poate fi străpuns (devine bun conducător). În acest moment condensatorul se descarcă prin dielectric și el nu mai este utilizabil.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt elementele de circuit?
2. Ce se înțelege prin rezistență electrică?
3. Care este unitatea de măsură pentru rezistențele electrice?
4. Care sînt efectele rezistenței electrice într-un circuit?
5. Ce este un rezistor?
6. Cum se grupează rezistoarele și pentru ce?
7. Cum se măsoară rezistențele?
8. Cum se clasifică rezistoarele?
9. Ce este o bobină de reactanță?
10. Care este rolul bobinelor în circuitele electrice?
11. Ce se înțelege prin condensatoare?
12. Care este unitatea de măsură pentru capacitatea electrică?
13. Cum se clasifică condensatoarele?
14. Cum se grupează condensatoarele?
15. Din ce se compune condensatorul electrolitic?

CAPITOLUL II

TUBURI ELECTRONICE

A. DIODA

Emiterea de electroni de către metale (sau de alte conductoare) prin încălzire la incandescență se numește *emisie termoelectronică*. Numărul de electroni emiși crește cu temperatura. Energia necesară unui electron pentru a putea ieși din conductor se numește energie de extracție. Fenomenul emisiei termoelectronice se utilizează pentru a obține electroni în tuburile electronice.

Dioda este un tub electronic, constituit dintr-un **balon de sticlă** sau metal, în care s-a făcut vid înaintat și care are doi **electrozi: catodul** *1* și anodul *2* (fig. 231). Catodul este un filament din wolfram, care poate fi adus la incandescență prin trecerea unui curent electric dat de o baterie de încălzire; în acest caz catodul este cu încălzire directă (fig. 231, *a*).

Adesea filamentul *3* încălzește o suprafață metalică (cămașa *4*) acoperită cu un strat de oxid de bariu, calciu sau stronțiu. Acești oxizi emit electroni mai intens și la o temperatură mai mică decît metalele. În acest caz catodul este cu încălzire indirectă (fig. 231, *b*).

Circuitul format din bateria de încălzire și filament reprezintă circuitul de încălzire al filamentului.

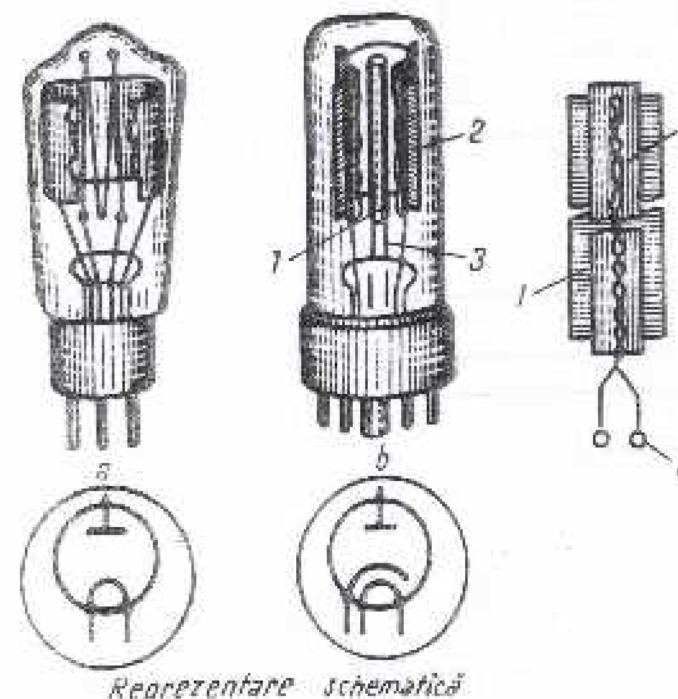


Fig. 231. Diodă.

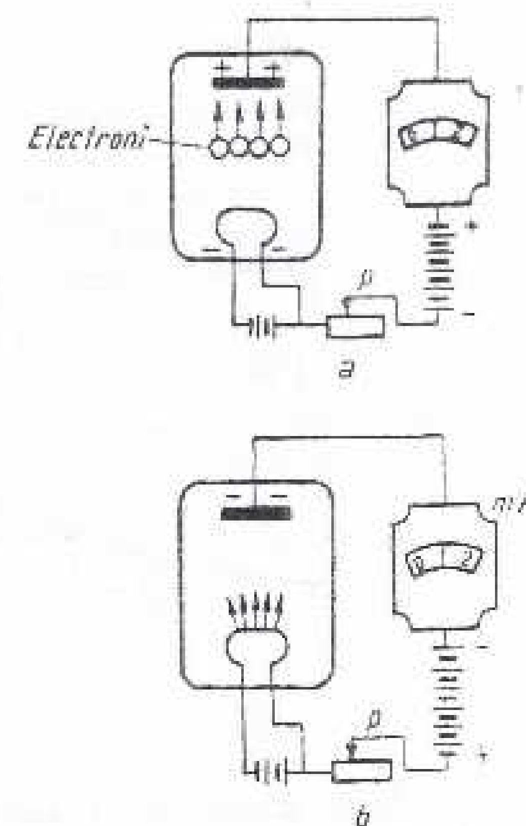


Fig. 232. Funcționarea diodei.

Anodul constă dintr-o placă metalică (de nichel, molibden etc.), așezată în fața catodului. Între catod și anod se aplică o tensiune de la o baterie anodică; polul pozitiv al bateriei se leagă la placă, iar polul negativ la catod, realizîndu-se astfel circuitul anodic.

a. **Funcționarea diodei.** Dacă circuitul de încălzire este întrerupt, filamentul este rece, iar miliampermetrul *mA*, conectat la circuitul anodic (fig. 232) nu indică trecerea unui curent electric. Cînd filamentul este adus la incandescență, se constată că acul miliampermetrului deviază. Sensul acestei deviații arată că de la placă la filament, prin circuitul exterior, circulă un curent electric.

Dacă tensiunea aplicată anodului (numită tensiune anodică) este zero și filamentul este adus la incandescență, electronii emiși de catod, în absența cîmpului electric vor fi atrași de filament care se va încărca pozitiv (pentru că a pierdut sarcini negative). Prin urmare în vecinătatea catodului, electronii formează un nor electronic ce împiedică ieșirea în continuare a electronilor din catod.

Cînd se aplică anodului o tensiune U_A mai mare decît zero, între filament și placă se creează un cîmp electric, electronii sînt dirijați spre anod și în circuitul anodic apare curentul anodic I_a.

Intensitatea curentului anodic depinde de:
— tensiunea anodică;
— temperatura catodului.

b. **Caracteristica diodei.** Dacă în montajul din figura 232 se menține constantă încălzirea filamentului deci și temperatura catodului și se mă-

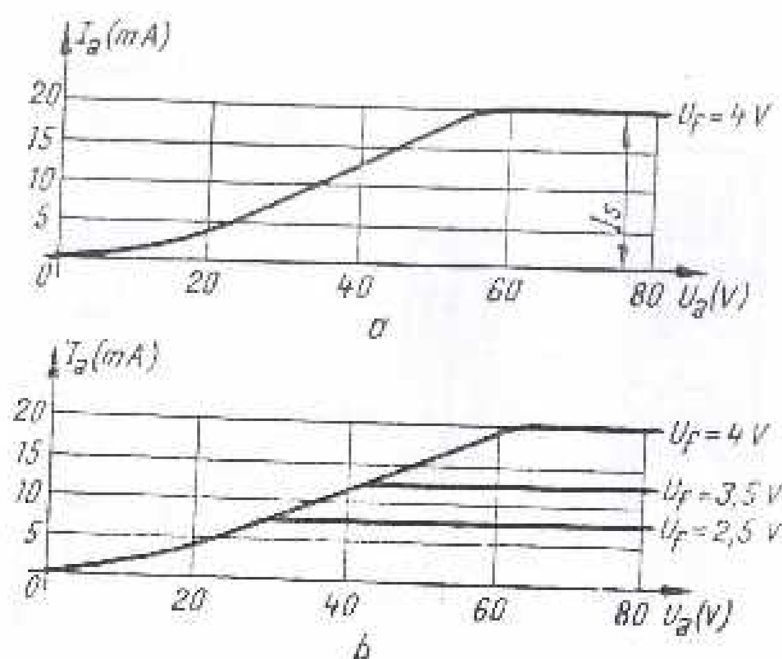


Fig. 233. Caracteristica diodei.

rește tensiunea anodică cu ajutorul potențiometrului P, se observă că o dată cu creșterea tensiunii anodice crește și curentul. Trasîndu-se curba care reprezintă variația curentului anodic I_a în funcție de tensiunea anodică U_a (fig. 233, a), se obține caracteristica diodei; curentul anodic crește numai pînă la o anumită valoare a tensiunii anodice, după care rămîne constant, denumit curent de saturație I_s. Acest lucru se explică în felul următor: electronii emiși de catod vor fi captați de anod într-un număr din ce în ce mai mare pînă cînd toți electronii emiși de catod într-o unitate de timp ajung pe anod. De acum curentul nu mai poate crește oricît s-ar mări tensiunea anodică.

Dacă se mărește încălzirea catodului prin mărirea tensiunii de filament U_f (deci și a curentului din filament) și se trasează din nou caracteristica diodei se obține un curent de saturație mai mare (fig. 233, b).

Mărirea temperaturii catodului produce o creștere a agitației termice și face ca un număr mai mare de electroni să iasă din filament. Prin urmare intensitatea curentului de saturație crește cu temperatura.

c. **Dioda ca redresoare.** Dacă în montajul din figura 232, b se inversează polaritatea electrozilor, adică se unește filamentul cu polul pozitiv și placa cu polul negativ al bateriei anodice, nu se obține curentul anodic ($I_a = 0$) deoarece electronii emiși de catod sînt respinși de anod și atrași de catod. Prin urmare dioda are o conductibilitate unilaterală, ea nu lasă să treacă curentul decît în sensul anod-catod prin circuitul exterior. Această proprietate a diodei este folosită pentru redresarea curentului alternativ indus în circuitul anodic. Cu ajutorul unei diode se poate redresa numai o singură alternanță, obținîndu-se un curent pulsatoriu (fig. 234, a). Ambele alternanțe se pot redresa cu ajutorul unei diode duble (diodă cu două plăci) sau cu două diode (fig. 234, b).

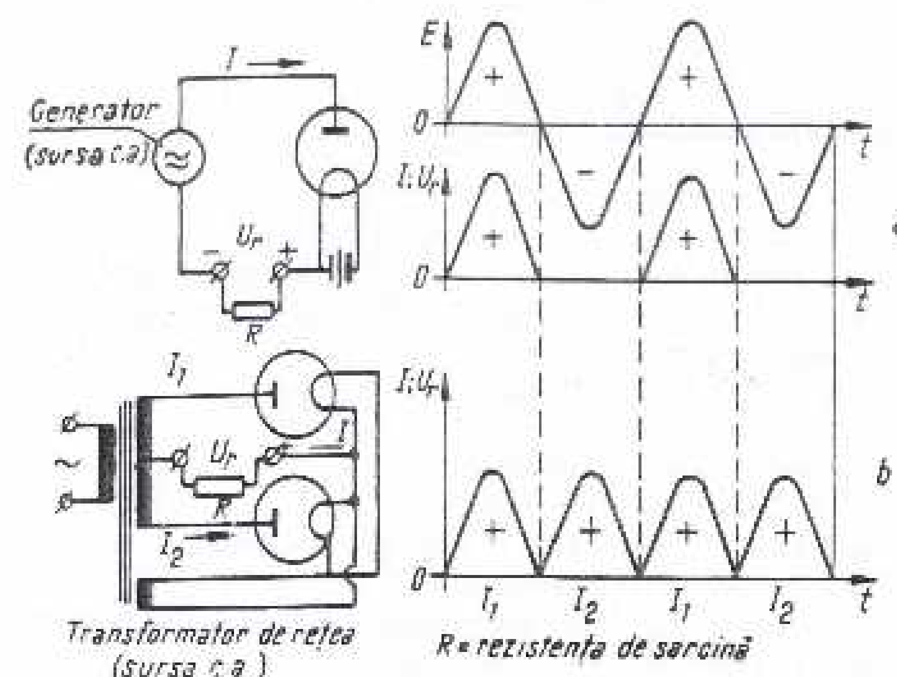


Fig. 234. Redresarea curentului alternativ cu dioda.

Dioda cu vid înaintat pentru redresarea curentului alternativ se mai numește și **kenotron**.

B. TRIODA

Introducîndu-se între catodul și anodul unei diode un al treilea electrod format dintr-o rețea metalică numită grilă (fig. 235), se obține un tub electronic cu trei electrozi, numit triodă, care cuprinde trei circuite (fig. 236):
— un circuit de încălzire format dintr-un filament și o baterie de încălzire;
— un circuit anodic format din catod, anod, bateria anodică și se închide la catod;
— un circuit de grilă format din catod, grilă, bateria de grilă.

Aceste circuite au o bornă comună D. Potențialul catodului se consideră ca potențial zero.

a. **Caracteristicile triodei.** Prin caracteristica de grilă se înțelege reprezentarea grafică a variației curentului anodic I_a, în funcție de tensiunea de grilă U_g, tensiunea anodului U_a și temperatura catodului menținîndu-se constante (fig. 237).

Din această caracteristică reiese că:

— pentru o tensiune de grilă negativă suficient de mare curentul anodic este egal cu zero; se spune că tubul este blocat. În acest caz, grila respinge puternic electronii în așa fel încît ei nu pot ajunge la placă;

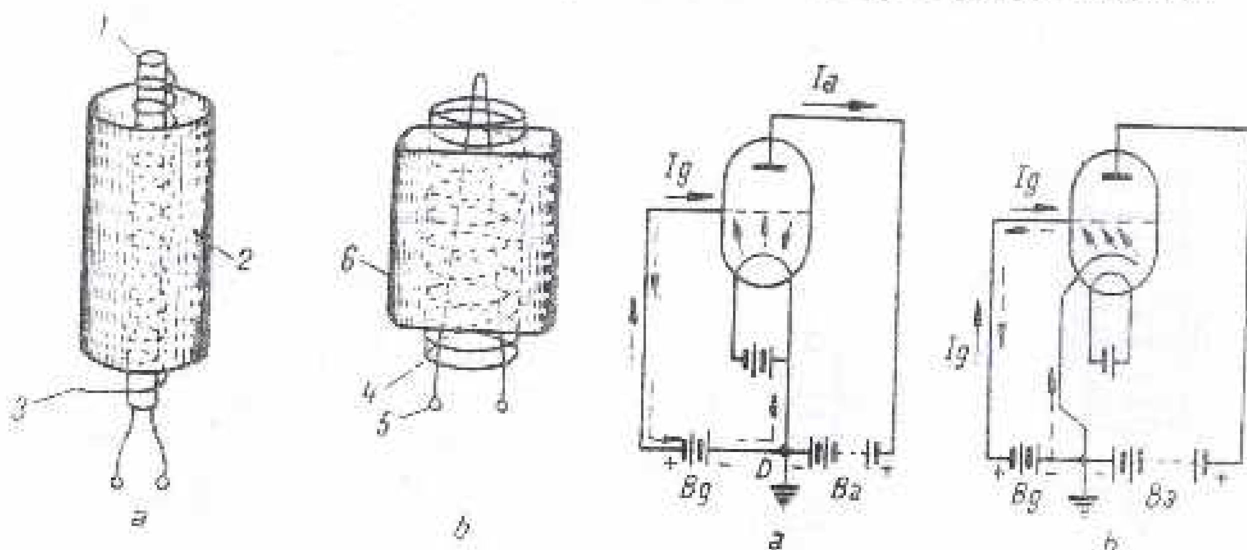


Fig. 235. Construcția triodei:
a — de formă cilindrică; b — de formă paralelipipedică; 1 — catod cu încălzire indirectă; 2 — anod cilindric; 3 — grila cilindrică; 4 — grilă plată; 5 — catod cu încălzire directă; 6 — anod paralelipipedic.

Fig. 236. Circuitul triodei:
a — cu încălzire directă; b — cu încălzire indirectă.

— pentru o tensiune de grilă negativă cuprinsă între tensiunea de blocare a tubului și zero, curentul anodic nu mai este nul. Electronii sînt de asemenea respinși de grilă, dar unii reușesc să treacă spre placă deoarece cîmpul creat de tensiunea pozitivă a plăcii este mai mare decît cîmpul de sens contrar creat de tensiunea negativă a grilei;

— pentru tensiunea de grilă pozitivă curentul anodic este intens.

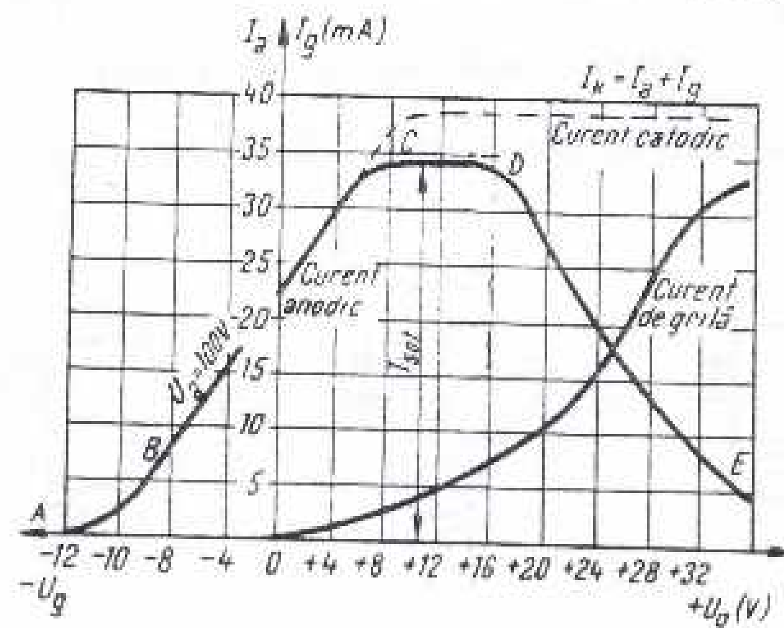


Fig. 237. Caracteristica triodei.

Dacă tensiunea de grilă este puternic pozitivă atrage un număr de electroni și curentul anodic scade, iar în circuitul de grilă apare un curent de grilă. Deci prin tensiunea ei, grila este un electrod de comandă a curentului anodic.

Funcționarea triodei avînd un potențial pozitiv ridicat la grilă în raport cu catodul poate deteriora tubul. Valorile maxime ale tensiunilor sînt date în cataloagele de tuburi electronice.

b. **Parametrii triodei.** Parametrii unui tub electronic sînt niște mărimi constante care îi determină proprietățile și calitățile.

Parametrii fundamentali ai unei triode sînt:

1) *Panta* care arată cu cîți miliamperi variază curentul anodic cînd tensiunea grilei de comandă variază cu un volt, tensiunea anodică rămînînd constantă. Panta se exprimă de obicei în miliamperi pe volt (mA/V).

2) *Rezistența interioară* R_i care reprezintă raportul dintre variația tensiunii anodice și variația corespunzătoare a curentului anodic pentru o tensiune constantă de grilă

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a};\ U_g = \text{constant.} \quad (49)$$

3) *Factorul de amplificare* μ care reprezintă raportul dintre variația de tensiune a anodului și variația de tensiune aplicată grilei de comandă, care pot provoca, fiecare separat, aceeași variație a curentului anodic. Astfel, dacă se notează cu ΔU_a variația tensiunii anodice care determină o variație a curentului anodic ΔI_a și cu ΔU_g variația tensiunii de grilă care provoacă aceeași variație a curentului anodic ΔI_a, factorul de amplificare va fi:

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g};\ \Delta I_a = \text{constant.} \quad (50)$$

c. **Utilizarea triodei.** Una dintre funcțiile importante ale triodei este cea de *amplificare a tensiunii sau a puterii.*

Principiul amplificării este următorul: mărimea oscilantă de amplificat se aplică grilei unei triode, iar în circuitul anodic se obține mărimea amplificată. Dacă factorul de amplificare al triodei este $\mu=25$, atunci aplicîndu-se la grilă o tensiune de 2V se obține o variație a tensiunii anodice de 50 V.

O altă funcție importantă a triodei este *detecția*. Prin detecție se înțelege suprimarea unei alternanțe a curentului alternativ. Cu ajutorul triodei se poate face detecția pe grilă și detecția pe placă.

La detecția pe grilă, detecția se realizează în spațiul dintre anod-catod ca la diodă, iar în spațiul grilă-anod se obține și o amplificare a tensiunii detectate.

La detecția pe placă se aplică o tensiune U_g constantă astfel încît punctul de funcționare al triodei să fie situat în punctul unde începe caracteristica. Peste această tensiune se suprapun oscilațiile de detectat.

O oscilație completă a tensiunii grilei cu ambele alternanțe egale în valoare absolută produce în circuitul anodic o suprimare a unei alternanțe. Și în acest caz curentul detectat va fi amplificat.

d. **Construcția triodei.** Grila se execută din sîrmă subțire din nichel-molibden, care înconjură catodul (v. fig. 235) și are totdeauna forma de spirală (cilindrică sau plată).

Anodul se execută ca și la diodă în formă de cilindru sau paralelipiped cu capete deschise, din metale cu mare rezistență termică iar la unele din grafit.

Catodul poate fi cu încălzire directă sau cu încălzire indirectă.

Balonul vidat poate fi de sticlă sau metal. Cele de metal au o serie de avantaje ca: sînt mai robuste, au dimensiuni mai mici, au parametrii mai constanți și o ecranare mai bună.

C. TUBURI ELECTRONICE MULTIGRILĂ

Prin tuburi electronice multigrilă se înțeleg acele tuburi care au mai mult de trei electrozi.

a. **Tetroda.** Triodele prezintă două dezavantaje esențiale: au un factor de amplificare μ relativ mic și prezintă o capacitate mare între anod și grilă. Aceasta din urmă dăunează foarte mult cînd trioda este folosită pentru amplificare.

Dezavantajele triodei se diminuează introducîndu-se în balonul tubului un al patrulea electrod sub forma unei grile suplimentare situat între anod și grila de comandă, numită grilă ecran sau simplu ecran. Avînd patru electrozi tubul acesta se numește tetrodă.

Principiul de funcționare al tetrodei se bazează pe faptul că ecranul împreună cu grila ecranează catodul de cîmpul electric anodic mărind astfel factorul de amplificare μ și micșorînd capacitatea parazitară grilă-anod.

Construcția unei tetrode și reprezentarea schematică se pot vedea în figura 238.

Tetrodele se folosesc în circuitele de amplificare ca și triodele, dar spre deosebire de acestea și ecranul trebuie legat în circuit. Pentru a nu influența defavorabil trecerea electronilor spre anod, ecranului i se aplică o tensiune U_{g2} pozitivă, cuprinsă între 20 și 50% din tensiunea anodică U_a.

Tetrodele au dezavantajul că electronii sosiți de pe catod cu viteză mare smulg de pe anod electroni care avînd viteza foarte mică sînt atrași de grila ecran. Acest fenomen se numește emisie secundară, și este dăunător deoarece curentul ce trece prin ecran este opus curentului anodic și reduce amplificarea.

b. **Pentoda.** Pentru a se înlătura curentul de emisie secundară dăunător s-a mai introdus în tetrodă o a treia grilă, între anod și grila ecran, care se numește grilă supresoare.

Un astfel de tub compus din trei grile, anod și catod, adică din cinci electrozi se numește pentodă.

Grila supresoare de la pentodă (fig. 239) se leagă de obicei la catod, avînd astfel un potențial nul față de acesta, pe cînd în raport cu anodul

ea are potențial negativ. Datorită acestui fapt supresoarea respinge electronii secundari și-i împiedică să ajungă la grila ecran chiar dacă tensiunea acesteia din urmă depășește tensiunea anodică.

Supresoarea, executîndu-se cu spire foarte rare, nu slăbește prea mult acțiunea anodului. În multe pentode legătura dintre supresoare și catod este făcută chiar în balonul tubului.

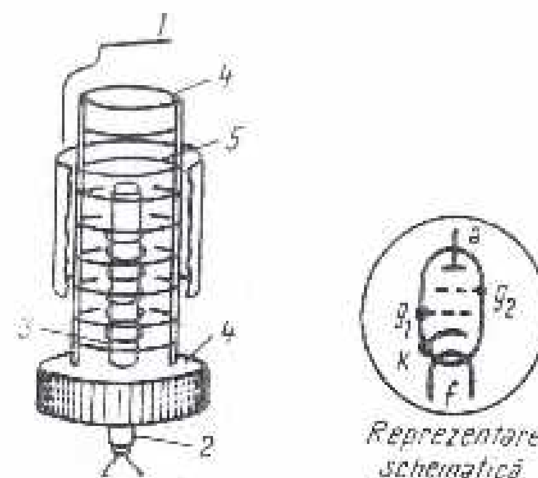


Fig. 238. Construcția tetrodei: 1 — anod; 2 — catod; 3 — grila de comandă; 4 — ecran; 5 — grila-ecran.

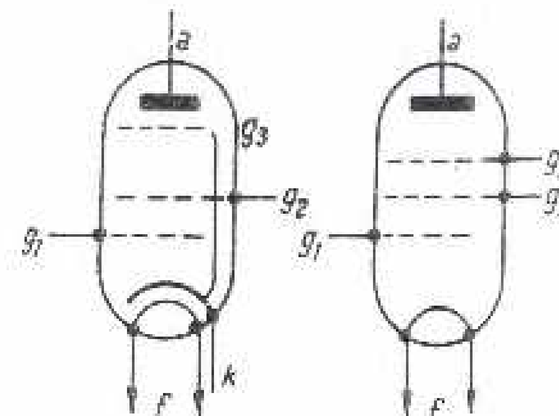


Fig. 239. Pentodă.

Pentodele se deosebesc de tetrode și prin parametrii lor și anume: factorul de amplificare este mai mare, capacitatea parazită mai mică și rezistența internă mai mare.

c. **Tuburi complexe.** În afara tuburilor studiate pînă acum se utilizează și tuburi mai complexe: cu multe grile și combinate.

Există trei tuburi multigrilă complexe:

1) *Hexoda*, adică tubul cu șase electrozi (fig. 240, *a*), dintre care patru sînt grile și anume: prima și a treia — grile de comandă, a doua și a patra grile-ecran.

2) *Heptoda* sau *pentagrila*, adică tubul cu șapte electrozi, dintre care cinci sînt grile (fig. 240, *b*).

3) *Octoda* sau tubul cu opt electrozi, dintre care șase sînt grile (240, c).

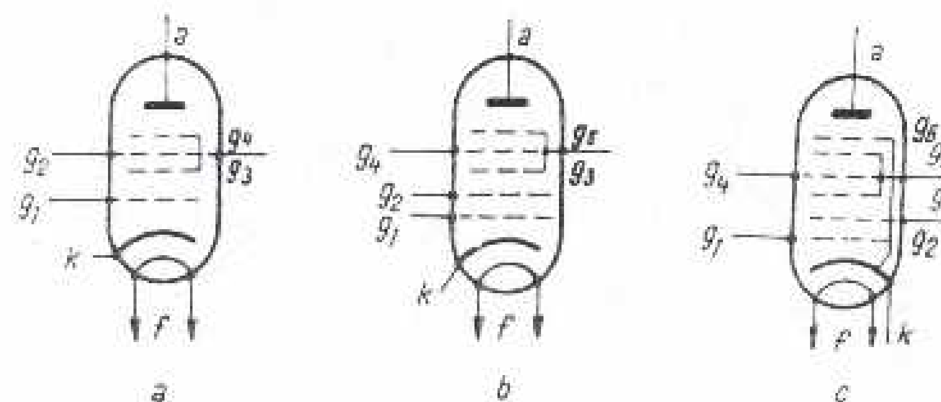


Fig. 240. Tuburi complexe.

Tuburile combinate, la care în același balon sînt două sau trei tuburi cu electrozi separați, se fabrică din necesitatea micșorării și simplificării montajelor.

D. TUBURI ELECTRONICE CU GAZE

În afara tuburilor, a căror funcționare se bazează pe emisia termoelectronică și trecerea fluxului de electroni prin vid, se utilizează și așa-numitele tuburi ionice, ai căror electrozi se află într-un balon umplut cu gaz nobil la presiune scăzută. Gazul cel mai des utilizat este neonul.

Tubul cu gaz este reprezentat în figura 241. După cum se observă, el este alcătuit din doi electrozi metalici (fig. 241, *a*), închiși într-un balon de sticlă umplut cu gaz inert. Uneori în balon se mai află un al treilea electrod denumit electrod de aprindere (fig. 241, *b*).

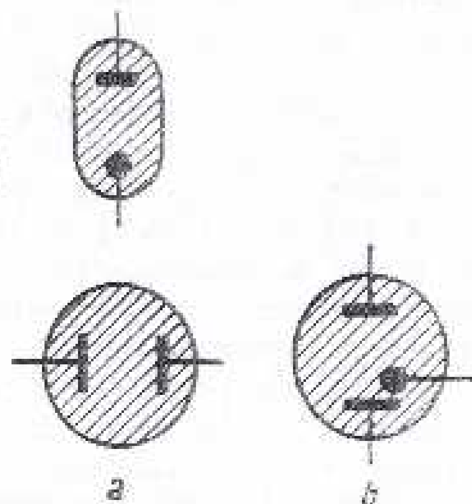


Fig. 241. Tuburi cu gaze

Tubul cu gaz are catodul încălzit.

Dacă tensiunea la bornele tubului nu depășește o anumită valoare denumită tensiune de aprindere, care variază de la un tip de tub la altul, prin tub nu trece nici un fel de curent și el nu se iluminează. Cînd tensiunea ajunge însă la valoarea de aprindere, gazul începe să se ionizeze și prin tub începe să treacă un curent însoțit de efecte luminoase.

Dacă tensiunea la bornele tubului scade sub o anumită limită, denumită tensiune de stingere, care este ceva mai mică decît tensiunea de aprindere, luminiscența dispare și trecerea curentului încetează.

Pentru a se evita deteriorarea lor, tuburile cu gaz se înseriază totdeauna cu o rezistență care limitează curentul.

Tuburile cu gaz se utilizează pentru punerea în evidență a tensiunilor, pentru stabilizarea tensiunilor, în construcția releelor etc.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este emisia termoelectronică?
2. Ce este dioda?
3. Cum funcționează dioda?
4. Cum se redresează curentul cu dioda?
5. Care sînt circuitele triodei?
6. Ce arată caracteristica triodei?
7. Ce este tetroda și prin ce se caracterizează ea?
8. Care sînt parametrii triodei?
9. Ce este pentoda?
10. Care sînt tuburile electronice complexe?
11. Cum funcționează tubul electronic cu gaz?

CAPITOLUL III

TRANZISTOARE

1. Generalități

Tranzistorul este un dispozitiv a cărui funcționare se bazează pe fenomenele fizice care se produc la suprafețele de contact dintre anumite corpuri semiconductoare. El servește pentru producerea, amplificarea, comutarea și redresarea impulsurilor electrice.

Ca ordin de mărime față de un tub electronic obișnuit, un tranzistor ocupă o mică parte din volumul său, are a suta parte din greutatea sa și consumă a zecea parte din puterea sa.

Utilizarea tranzistoarelor nu schimbă principiile care stau la baza aparaturii electronice realizată cu tuburi electronice. Totuși tranzistoarele au o serie de proprietăți diferite de cele ale tuburilor electronice și de aceea aspectul circuitelor cu tranzistoare este esențial diferit de cel al circuitelor corespunzătoare echipate cu tuburi.

2. Principiul de funcționare al diodelor

După cum se știe, curentul electric se datorește deplasării electronilor dintr-un loc în altul. Prin deplasarea sa, fiecare electron lasă vacant un „gol" în care poate să intre mai tîrziu un alt electron, sosit de la atomii învecinați.

Din punctul de vedere al conductivității electrice corpurile se împart în trei mari categorii: conductoare (metalele, diferite soluții și săruri etc.), semiconductoare (germaniul, seleniul, siliciul etc.) și izolatoare (materialele plastice, sticla, porțelanul etc.).

În corpurile conductoare există întotdeauna electroni liberi care sub acțiunea unui cîmp electric se pot deplasa de-a lungul corpului generînd un curent electric. În semiconductoare la temperatura obișnuită nu există electroni liberi dar cu cît crește temperatura acestor corpuri tot mai mulți electroni primesc energia necesară pentru a se elibera și conductivitatea lor crește. În corpurile izolatoare toți electronii sînt legați și nici la încălzire nu devin liberi.

Un semiconductor tipic este germaniul, care constituie elementul de bază pentru execuția tranzistoarelor. Cristalul de germaniu pur este un izolator (dielectric); dacă însă în el se introduc anumite impurități (fosfor, arsen, stibiu) devine conductor. Aceste impurități se numesc donori, întrucît donează electroni semiconductorului, iar conductivitatea electrică ce ia naștere se numește de tipul *n* (prin deplasarea sarcinilor negative).

Conductivitatea poate fi obținută însă și prin crearea artificială de „goluri", care să fie mereu disponibile pentru a accepta un electron. În acest caz în rețeaua cristalină se introduc alte impurități (bor, aluminiu,

galiu sau indiu) care, dînd naştere golurilor din reţeaua cristalină, captează electroni. Aceste impurităţi se numesc acceptori, iar conductivitatea care apare se numeşte „de goluri" sau de tip *p*, fiindcă deplasarea golurilor în semiconductor poate fi echivalentă cu deplasarea unor sarcini pozitive.

Un cristal de germaniu care are în partea stîngă (fig. 242, *a*) o conductivitate de tip *n*, iar în partea dreaptă o conductivitate de tip *p* şi nu este sub influenţa unui cîmp electric ajunge la echilibru prin difuzarea electronilor de la stînga spre dreapta. Astfel după un timp partea stîngă se încarcă pozitiv iar partea dreaptă negativ.

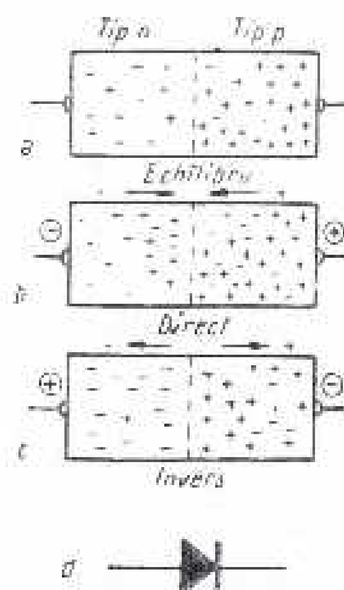


Fig. 242. Dioda semiconductoare şi reprezentarea schematică a diodei semiconductoare.

Prin urmare între cele două jumătăţi ale cristalului apare o diferenţă de potenţial electrostatică de contact, care tinde să se opună continuării difuziunii şi în cele din urmă curentul prin joncţiune încetează. În figura 242 s-a reprezentat prin linie întreruptă suprafaţa de joncţiune între cele două părţi cu conductivitate de tip diferit, prin semnul (—) electronii şi prin semnul (+) golurile.

Cînd circuitului i se aplică o tensiune exterioară şi anume cînd regiunea *p* este pozitivată faţă de regiunea *n*, difuzarea electronilor şi golurilor prin joncţiune este favorizată, golurile şi electronii tinzînd unii spre alţii, recombinîndu-se. Acest sens de conducţie se numeşte direct (fig. 242, *b*) şi în acest caz joncţiunea *p-n* reprezintă o rezistenţă mică (de ordinul ohmilor).

Dacă regiunea *p* este negativă faţă de regiunea *n* golurile şi electronii sînt îndepărtaţi unii de alţii în regiunea joncţiunii rămînînd un strat lipsit de particule purtătoare de sarcină, echivalent unei bariere izolante (fig. 242, *c*). Acesta este sensul invers pentru care prin joncţiune poate trece numai un curent foarte mic. Pentru aceasta joncţiunea *p-n* prezintă o rezistenţă mare de ordinul sutelor de kiloohmi.

Prin urmare o joncţiune *p-n* are proprietăţile unei diode şi ca atare poate fi utilizată ca element redresor (detector).

În mod schematic o diodă semiconductoare se reprezintă ca în figura 242, d.

3. Principiul de funcţionare al tranzistoarelor

Tranzistorul cu joncţiuni este o combinaţie de două joncţiuni *p-n-p* aşezate spate în spate, aşa cum se vede în figura 243.

Regiunea *p* din stînga se numeşte ***emitor***, regiunea *n* centrală *bază* şi regiunea *p* din dreapta, *colector*.

Dacă colectorul este negativ faţă de bază, adică tensiunea îi este aplicată în sensul invers conducţiei, prin joncţiunea colector-bază va trece un curent foarte mic atît timp cît **emitorul** nu este pozitivat faţă de bază.

Cînd emitorului i se aplică o mică tensiune pozitivă faţă de bază (adică în sens direct prin joncţiunea emitor-bază) din emitor vor fi trimise în bază goluri.

Golurile injectate de emitor (echivalent unor sarcini pozitive) difuzează prin bază a cărei grosime este de ordinul micrometrilor (micronilor) şi sînt atrase de colectorul negativ, mărind curentul acestuia.

În tranzistorul cu joncţiuni, dacă baza este suficient de subţire, aproape întregul curent de emitor trece spre colector, iar în cazul tranzistorului cu contacte punctiforme se produce chiar o amplificare de 2—3 ori a curentului de la emitor la colector. Prin urmare, curentul dintre circuitul colectorului, căruia i se aplică o tensiune de ordinul zecilor de volţi este determinat de curentul emitorului, care poate fi obţinut la o tensiune de ordinul zecimilor de volţi. Astfel se realizează o amplificare de la circuitul emitorului la cel al colectorului, în mod asemănător ca într-o triodă normală.

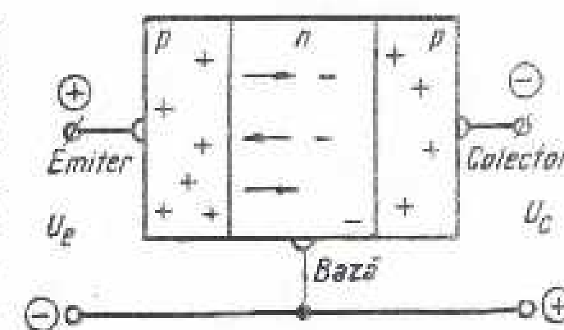


Fig. 243. Transistorul.

Analogia tranzistor-tub electronic poate fi evidenţiată şi mai mult. Astfel în tubul electronic electronii se deplasează în interiorul unui balon vidat, la transistor, în interiorul unei plăcuţe de cristal.

Catodul tubului electronic, care emite electroni îşi găseşte corespondent în emitor, care este furnizorul purtătorilor de sarcină. Într-un tub electronic, curentul catod-anod este controlat de grila de comandă, prin potenţialul pe care-l are faţă de catod. Electrodul bază al tranzistorului controlează şi el prin potenţialul său faţă de emitor, cantitatea de purtători de sarcină (curentul) care trece de la emiter spre colector.

În sfîrşit, anodul tubului căruia i se aplică o tensiune pozitivă pentru a capta electronii ce au străbătut grila, echivalează cu colectorul tranzistorului care este alimentat tot cu o tensiune pozitivă pentru a capta electronii care au trecut prin bază.

4. Construcţia tranzistoarelor

a. **Dioda plană cu germaniu** se fabrică în felul următor: se prepară o placă subţire de dimensiuni mici dintr-un monocristal de germaniu de puritate mare cu conductivitate *n* şi se introduce prin topire într-una din suprafeţe, o bucăţică de indiu.

Introducerea indiului are loc sub vid accentuat. În timpul introducerii indiului şi al încălzirii ulterioare, atomii de indiu difuzează pînă la o anumită adîncime în cristalul de germaniu, ceea ce are ca efect apariţia în această zonă a conductivităţii prin goluri (fig. 244). Cristalul se montează pe o plăcuţă de stronţiu.

Pe ambele feţe ale cristalului astfel preparat se fixează electrozi pentru legături şi apoi se introduce ansamblul într-o montură specială.

Dioda cu germaniu are un randament foarte mare (98%) şi suportă tensiuni inverse pînă la 600 V.

b. **Tranzistorul cu joncțiune din germaniu și indiu** (fig. 245, *a*) se fabrică în mod asemănător cu dioda plană din germaniu. Pe ambele fețe ale cristalului de germaniu se introduce cîte o bucățică de indiu,

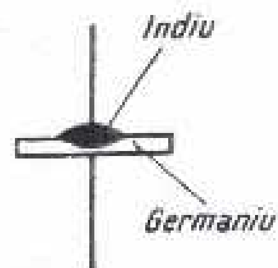


Fig. 244. Construcția diodei cu germaniu.

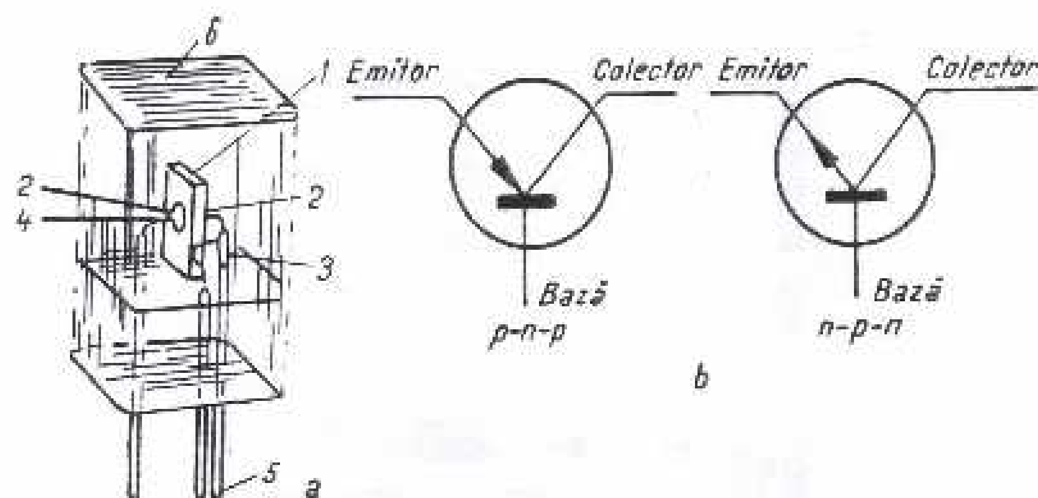


Fig. 245. Transistorul cu joncțiune și reprezentarea schematică a transistoarelor:

1 — monocristal de germaniu; 2 — indiu; 3 — emitor; 4 — colector; 5 — baza; 6 — carcasa de metal sau masă plastică.

obținîndu-se astfel un tranzistor p-n-p. În afara acestuia se mai fabrică recent și tranzistoare n-p-n din germaniu, galiu și arseniu.

În figura 245, *b* este arătată reprezentarea schematică a unui tranzistor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se clasifică materialele din punctul de vedere al conductivității electrice?
2. Ce este un semiconductor?
3. Cum funcționează dioda semiconductoare?
4. Ce se înțelege prin conductivitate de tip n?
5. Ce se înțelege prin conductivitate de tip p?
6. Cum funcționează tranzistorul?
7. Care este analogia tranzistor-tub electronic?
8. Cum se fabrică diodele cu germaniu?
9. Cum se reprezintă schematic tranzistoarele?

CAPITOLUL IV

CIRCUITE ELECTRICE

Din multitudinea circuitelor electrice folosite în practică în diferite domenii se vor studia numai trei circuite caracteristice radiotehnicii și ceasornicăriei și anume: de redresare, oscilante și de amplificare.

A. CIRCUITE DE REDRESARE

1. Generalități

Cea mai comodă din punct de vedere tehnic și cea mai avantajoasă din punct de vedere economic este alimentarea aparatului electric de la rețeaua de curent alternativ. Nu toate aparatele se pot alimenta însă în curent alternativ, și de aceea se recurge la transformarea curentului alternativ în curent continuu. Această transformare se numește redresare, iar dispozitivele cu care se realizează transformarea se numesc *redresoare*.

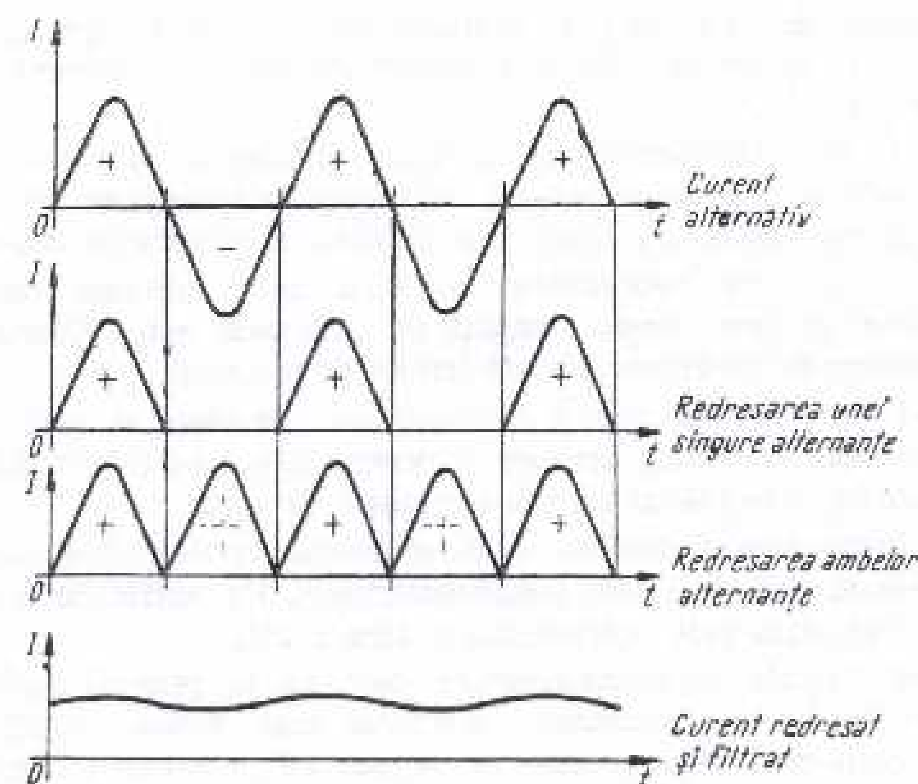


Fig. 246. Redresarea curentului alternativ.

Redresarea se face de obicei în două etape: mai întîi, cu ajutorul unui element de redresare, curentul alternativ este transformat în curent cu un singur sens, care însă variază mult ca intensitate sau chiar are un caracter pulsator (fig. 246), apoi, cu ajutorul unui filtru, curentul redresat se uniformizează (se netezește) și oscilațiile sale la ieșirea din circuitul de redresare devin neînsemnate.

Cel mai simplu filtru de uniformizare poate fi un condensator cu capacitate mare conectat în paralel cu ieșirea redresorului. În intervalul de timp cît curentul redresat crește, condensatorul se încarcă, iar cînd curentul se micșorează sau se întrerupe, condensatorul se descarcă și alimentează sarcina cu energie acumulată de el. Acest filtru simplu nu uniformizează complet pulsațiile curentului redresat și de aceea în practică se folosesc filtre mai complexe.

Pentru a se obține la ieșirea redresorului o tensiune care să depășească tensiunea rețelei electrice de alimentare, redresorul se alimentează de la un transformator ridicător de tensiune. În practică însă se folosesc și circuite de redresare cu multiplicare de tensiune, în care mărirea tensiunii se face în cadrul procesului de redresare fără ajutorul transformatorului.

Alegerea circuitului de redresare se determină după puterea instalației de alimentat, după particularitățile constructive ale acesteia și în funcție de anumite considerente economice.

2. Circuite pentru redresarea unei singure alternanțe

Drept elemente de redresare se folosesc tuburile electronice cu doi electrozi (diodă sau kenotron), dioda semiconductoare sau elemente din seleniu și cuproxid.

Circuitele pentru redresarea unei singure alternanțe sînt cele mai simple. Ele se folosesc de obicei pentru alimentarea aparatelor de mică putere (40 mA) și care admit o pulsație mai ridicată a curentului redresat.

În figura 247, *a* este reprezentat circuitul unui redresor simplu, fără transformator în care drept element de redresare este utilizat un kenotron cu tensiune de încălzire ridicată (direct de la rețea).

În figura 247, *b* este reprezentat circuitul unui redresor în care pentru ridicarea tensiunii de rețea, precum și pentru alimentarea circuitului de încălzire a tubului este folosit un transformator de rețea.

În fiecare dintre aceste circuite tubul electronic poate fi înlocuit cu o coloană de seleniu sau de diode semiconductoare. Un astfel de circuit cu transformator de rețea este reprezentat în figura 247, *c*.

La utilizarea diodelor semiconductoare, care au în general tensiuni de lucru relativ mici, este necesară inserierea mai multor bucăți de același tip. De asemenea este necesar să se știe că parametrii acestora depind de temperatură. Astfel diodele cu germaniu pot funcționa pînă la 70°C, iar cele cu siliciu pînă la 100°C. Din această cauză ele nu trebuie amplasate lîngă piesele care se încălzesc. Diodele nu suportă suprasarcini, și de aceea trebuie protejate cu siguranțe fuzibile.

În toate schemele de redresare a unei singure alternanțe frecvența pulsației tensiunii redresate coincide cu frecvența rețelei (50 Hz).

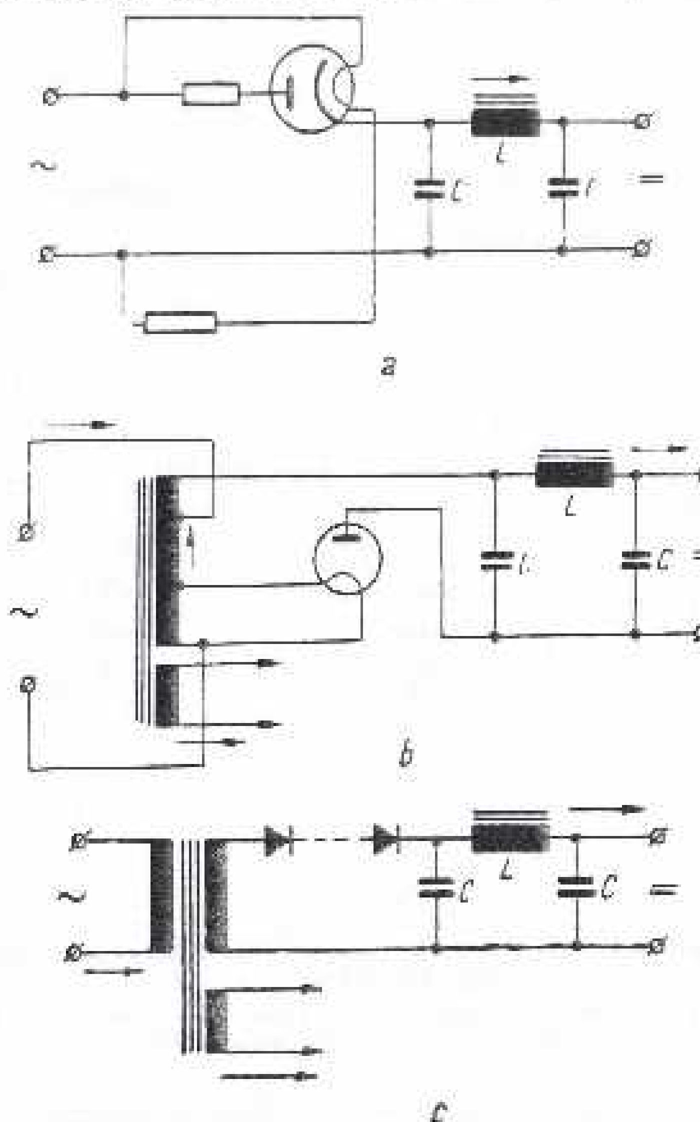


Fig. 247. Circuite pentru redresarea unei singure alternanțe.

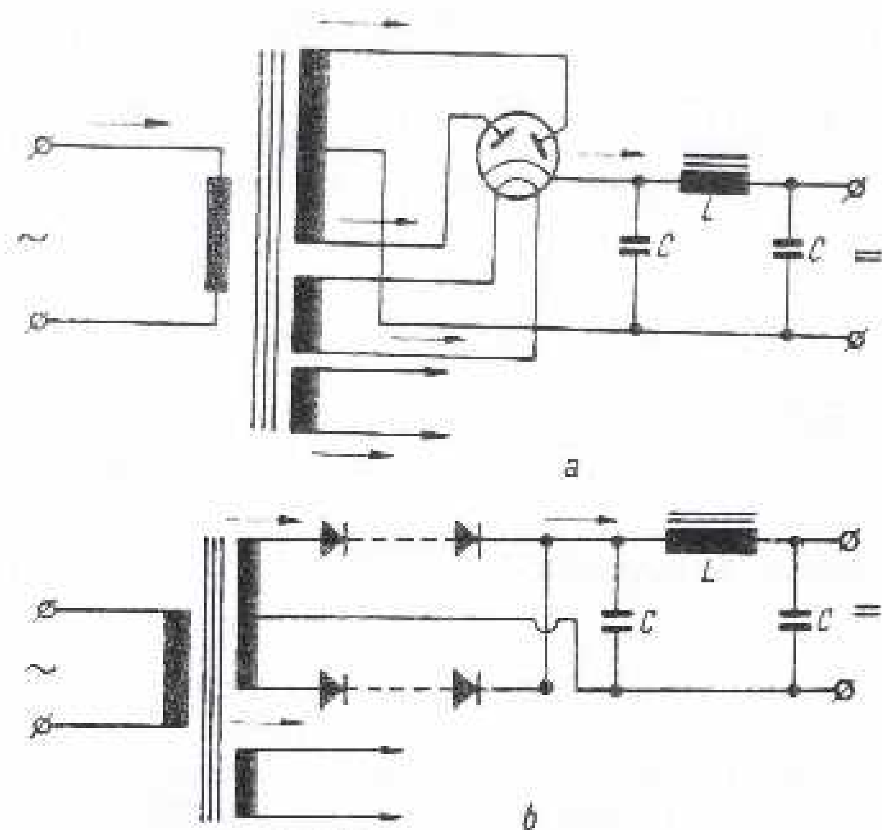
3. Circuite pentru redresarea ambelor alternanțe

Aceste circuite de redresare au căpătat cea mai largă răspîndire în practică.

Schema de principiu a unui redresor de acest tip echipat cu kenotron este reprezentată în figura 248, *a*, cu seleniu sau cuproxid în figura 248, *b* și cu diode semiconductoare în figura 249.

Avantajul acestor circuite constă în aceea că datorită redresării ambelor alternanțe, frecvența pulsației tensiunii redresate este de două ori mai mare decît în cazul redresării unei singure alternanțe. Datorită acestui lucru amplitudinea pulsațiilor va fi de două ori mai mică (utilizîndu-se același filtru).

În redresoarele pentru ambele alternanțe se folosesc de obicei kenotroane cu doi anozi. Inconvenientul lor constă însă în necesitatea unui transformator de rețea cu tensiunea în înfășurarea secundară egală aproape de două ori cu tensiunea redresată.



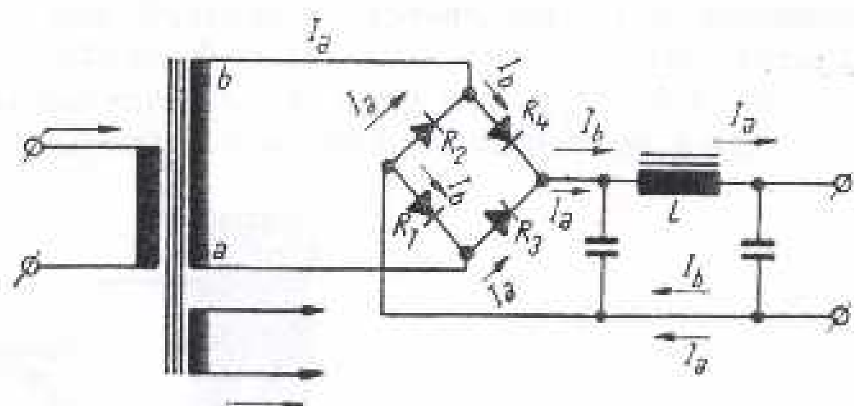


Fig. 248. Circuite pentru redresarea ambelor alternanțe.

Schema redresorului în punte (v. fig. 249) este mai comodă cînd se folosesc coloane de seleniu sau diode cu germaniu sau siliciu ca elemente redresoare.

Redresorul funcționează în felul următor: cînd potențialul la capătul inferior al transformatorului de rețea (punctul a) este pozitiv, prin circuitul format din elementul redresor R_3, bobina de șoc L, sarcină, elementul redresor R_2 și înfășurarea secundară a transformatorului va trece un curent. Sensul curentului I_a este indicat prin săgeată. În cealaltă jumătate de perioadă a curentului alternativ cînd potențialul pozitiv va apare la capătul superior al înfășurării secundare a transformatorului de rețea, curentul I_b va trece prin circuitul compus din elementul redresor R_4, bobina L, sarcină, elementul redresor R_1 și înfășurarea secundară a transformatorului.

Fig. 249. Circuite de redresare în punte.

Astfel curenții I_a și I_b, care sînt egali, trec prin sarcină într-un singur sens, folosindu-se pentru redresare ambele alternanțe ale curentului.

Proprietatea acestui circuit de redresare, spre deosebire de circuitul obișnuit de redresare a ambelor alternanțe, constă în faptul că la aceleași tensiuni redresate, tensiunea în înfășurarea secundară este aproape de două ori mai scăzută. În afară de aceasta, dimensiunile transformatorului în cazul circuitului în punte, la aceeași putere, sînt mai reduse decît în cazul redresării obișnuite a ambelor alternanțe.

4. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii

Particularitatea funcționării circuitelor de redresare cu multiplicarea tensiunii constă în folosirea condensatoarelor care au proprietatea de a acumula și păstra un timp energia electrică. În astfel de circuite se folosesc condensatoare electrolitice, care fiind de dimensiuni reduse, au capacitatea mare.

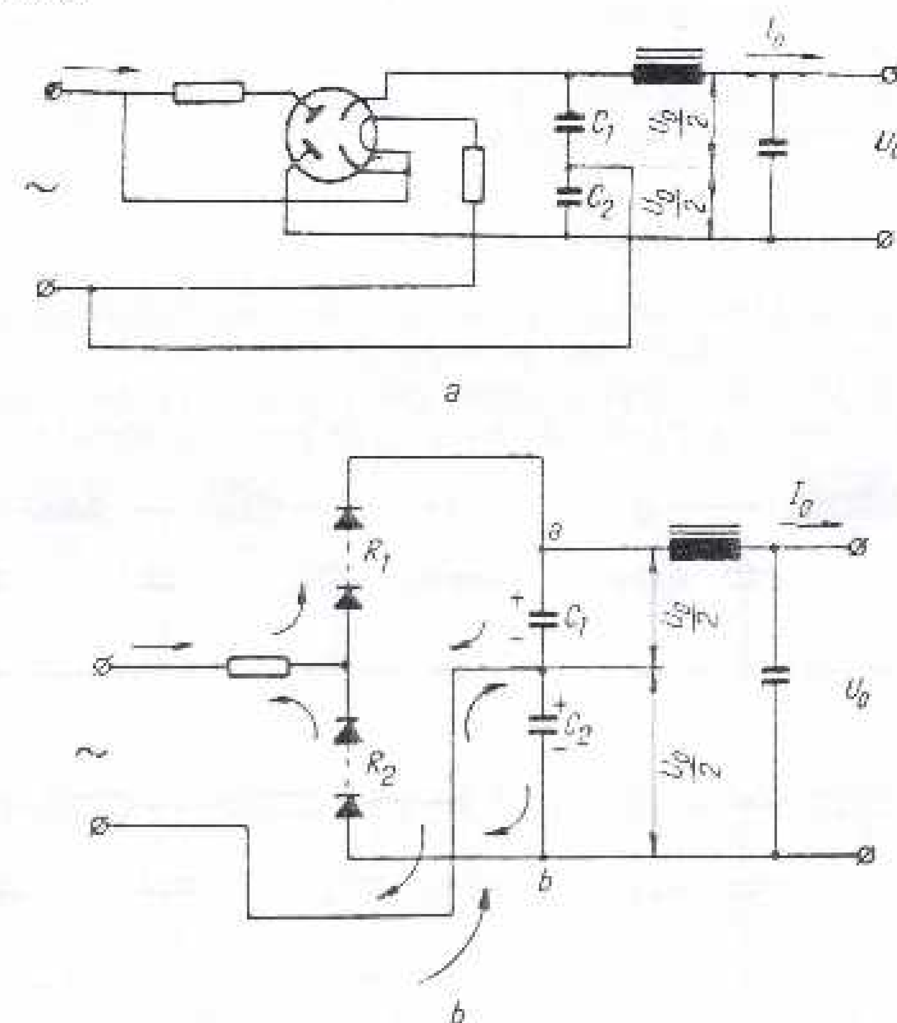


Fig. 250. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii.

În figura 250 sînt reprezentate două circuite de redresare cu dublarea tensiunii, care au căpătat o răspîndire mai largă în practică. În primul circuit (fig. 250, *a*) este folosit ca element de redresare o diodă dublă, iar în al doilea circuit (fig. 250, *b*) două coloane de seleniu.

Redresorul construit după schema de dublare a tensiunii poate fi privit ca fiind compus din două redresoare pentru o singură alternanță, legate în serie, fiecare avînd elementul său redresor, care provoacă pe capacitatea de ieșire o tensiune egală cu jumătatea tensiunii totale redresate. În unul dintre redresoare lucrează elementul redresor R_1 (fig. 250, *b*) și condensatorul C_1, iar în celălalt elementul redresor R_2 cu condensatorul C_2. Deoarece catodul elementului redresor R_2 este legat cu anodul elementului redresor R_1, ele vor lucra pe rînd. În timpul unei alternanțe a curentului alternativ, cînd potențialul pozitiv va apare pe anodul elementului redresor R_1 și pe catodul elementului redresor R_2, curentul va trece prin R_1 în sensul arătat de săgeată și va încărca condensatorul C_1. În timpul celeilalte alternanțe pe anodul lui R_1 va apare o tensiune negativă, iar elementul se va bloca. În același timp însă, pe anodul celui de al doilea element redresor R_2 va apare tensiune pozitivă și de aceea curentul va trece prin acest element și va încărca condensatorul C_2. Condensatoarele C_1 și C_2 fiind legate în serie, tensiunea la ieșirea redresorului, între punctele *a* și *b*, va fi egală cu suma tensiunilor pe cele două condensatoare și astfel se va obține o tensiune aproximativ de două ori mai mare decît în cazul redresării unei singure alternanțe.

În circuitele arătate se folosesc ambele alternanțe ale curentului alternativ și, în consecință, frecvența pulsațiilor va fi de două ori mai mare decît frecvența tensiunii rețelei.

5. Circuite de filtrare

Pentru micșorarea mărimii pulsațiilor tensiunii redresate se întrebuințează circuite de filtrare sau, pe scurt, filtre.

În figura 251 sînt reprezentate patru filtre. Primele două (fig. 251, *a*, *b*) sînt filtre cu circuit de tip *LC* (bobină, condensator), care se folosesc pentru netezirea curenților relativ mari (peste 15 mA). În cazul curenților mici, este mai economic să se folosească filtre *RC* (rezistență condensator) la care bobina a fost înlocuită cu o rezistență (fig. 251, *c*, *d*). Acestea sînt mai ieftine și au greutate și dimensiuni mai mici. În unele cazuri se folosesc și filtre combinate cu un circuit *LC* și unul pînă la două circuite *RC*.

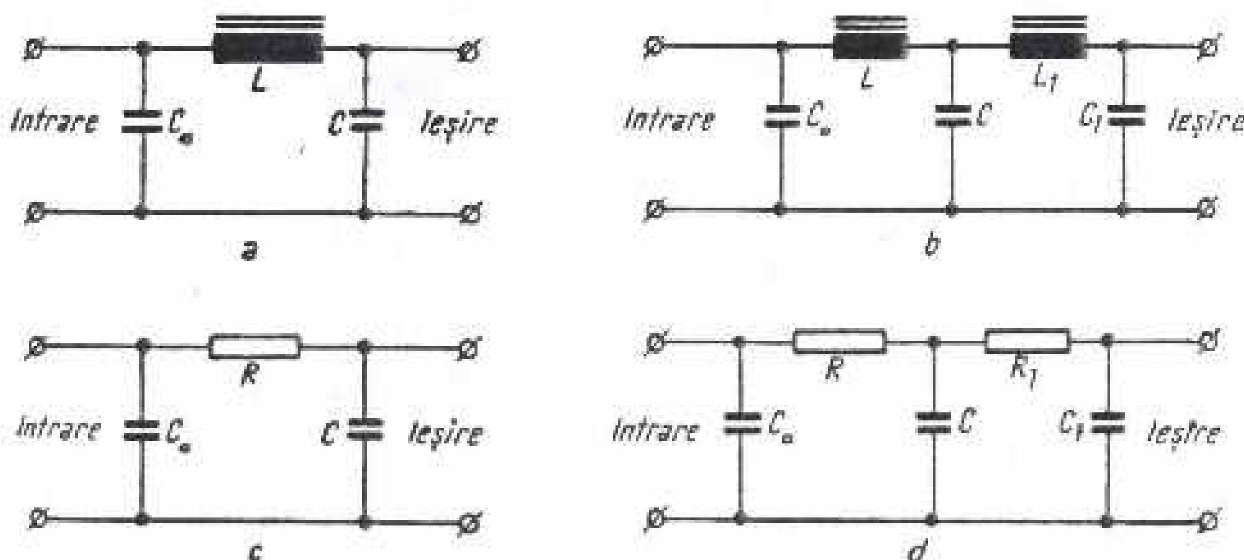


Fig. 251. Circuite de filtrare.

Filtrele cu un singur circuit (fig. 251, *a*, *c*) se folosesc atunci cînd curentul este relativ mare și nu trebuie să fie prea uniform. Filtrele cu două circuite (fig. 251, *b*, *d*) se folosesc pentru curenți mici și foarte netezi.

B. CIRCUITE OSCILANTE

1. Principiu de funcționare

Un circuit oscilant închis se compune dintr-o bobină *L* și un condensator *C* (fig. 252).

Pentru a se înțelege mai ușor funcționarea circuitului oscilant el se va compara cu oscilațiile mecanice ale unui pendul (fig. 253).

1) La început se încarcă condensatorul *C* la o tensiune *U* conectîndu-l la o sursă oarecare de curent continuu. În acest fel o armătură devine pozitivă, iar cealaltă negativă (poz. 1). Deci, condensatorul a înmagazinat o cantitate de energie, întocmai ca un pendul care, scos de o forță exterioară din poziția de echilibru, posedă o energie potențială.

2) Legîndu-se condensatorul la bornele bobinei, el începe să se descarce, iar în bobină va lua naștere un curent. Tensiunea dintre armăturile condensatorului scade pînă la zero (poz. 2) pe măsură ce intensitatea curentului din bobină crește. Astfel, energia condensatorului se transmite bobinei.

La fel se petrec lucrurile la pendul care, începînd să oscileze, transformă energia potențială în energie cinetică (de mișcare), care este maximă în momentul cînd pendulul trece prin poziția de echilibru.

3) Deși tensiunea condensatorului a ajuns la zero, curentul continuă să circule, fiind întreținut de energia înmagazinată în bobină. Curentul

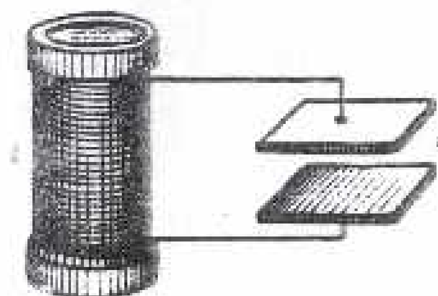


Fig. 252. Circuit oscilant.

încarcă din nou condensatorul dar în sens invers față de polaritatea inițială (semnele armăturilor se inversează — poz. 3). Deci energia acumulată de bobină este redată condensatorului. Și la pendul fenomenul se petrece asemănător datorită energiei cinetice (inerția), el nu se oprește în poziția de echilibru, ci continuă deplasarea sa în partea opusă.

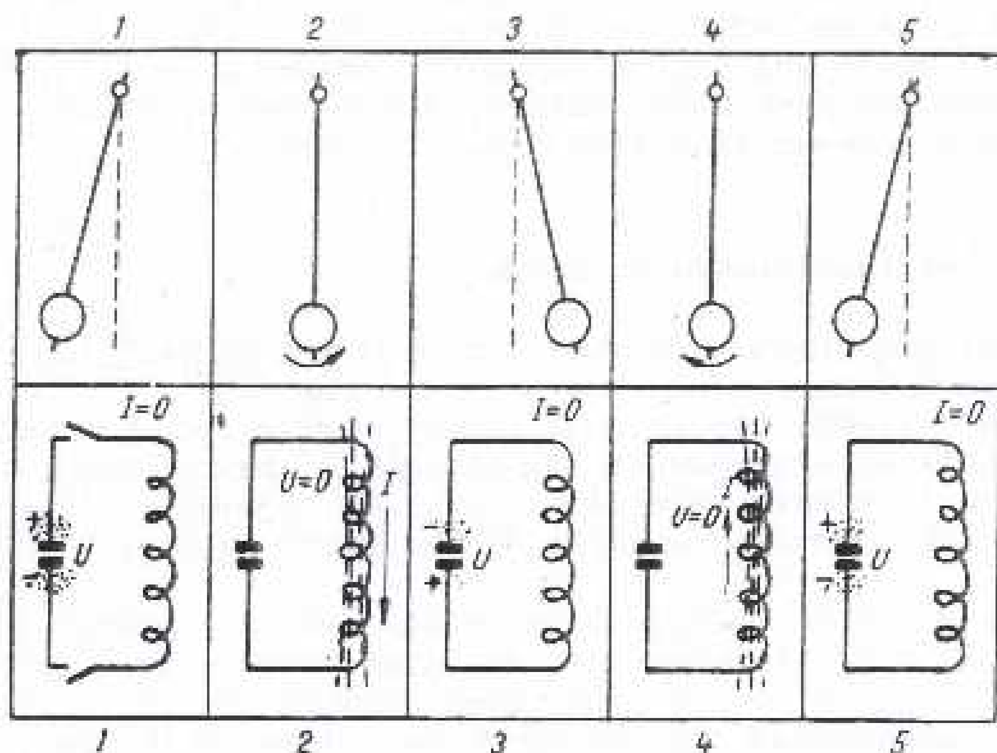


Fig. 253. Principiul de funcționare a circuitului oscilant.

4) Condensatorul începe să se descarce din nou (poz. 4), iar prin bobină circulă un curent de sens invers celui dinainte. La sfîrșitul acestei operații condensatorul este complet descărcat și energia se acumulează iar în bobină. Fenomenul este identic cu cel petrecut în poziția 2, însă sensurile curenților și tensiunilor sînt inversate.

5) Curentul întreținut de bobină încarcă iarăși condensatorul C, cu polaritatea inițială (poz. 5).

Cu aceasta ia sfîrșit o oscilație completă atît la pendul cît și la circuitul oscilant. Fenomenul se repetă, producîndu-se a doua oscilație, a treia etc.; în circuit iau naștere curenți alternativi, adică oscilații electrice.

În realitate, aceste fenomene nu se produc la infinit, întrucît, ca și în cazul pendulului, în circuit apar pierderi electrice (datorită rezistențelor) care duc la amortizarea oscilațiilor.

Oscilațiile produse de un circuit oscilant au o frecvență numită frecvență proprie de oscilație, care depinde de capacitatea condensatorului și de inductanța bobinei.

Pentru ca oscilațiile libere într-un circuit oscilant să aibă amplitudinea maximă este necesar ca reactanța inductivă a bobinei X_L să fie egală cu reactanța capacitivă X_C a condensatorului.

Deoarece în curentul alternativ:

$$X_L = L \cdot \omega \quad \text{și} \quad X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

în care:

L este inductanța bobinei;
C — capacitatea condensatorului;
$\omega = 2\pi f$ — pulsația

se poate scrie:

$$X_L = X_C \quad \text{sau} \quad L \cdot \omega = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

Deci:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL}} = 2\pi f \qquad (51)$$

Frecvența oscilațiilor:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Ultima relație este cunoscută sub denumirea de formula lui Thomson și arată că frecvența oscilațiilor produse de un circuit oscilant va fi cu atît mai mică cu cît inductanța bobinei și capacitatea condensatorului vor fi mai mari. Rezultă că frecvența oscilațiilor produse de un circuit oscilant poate fi modificată după dorință, alegînd valori potrivite pentru capacitate și inductanță.

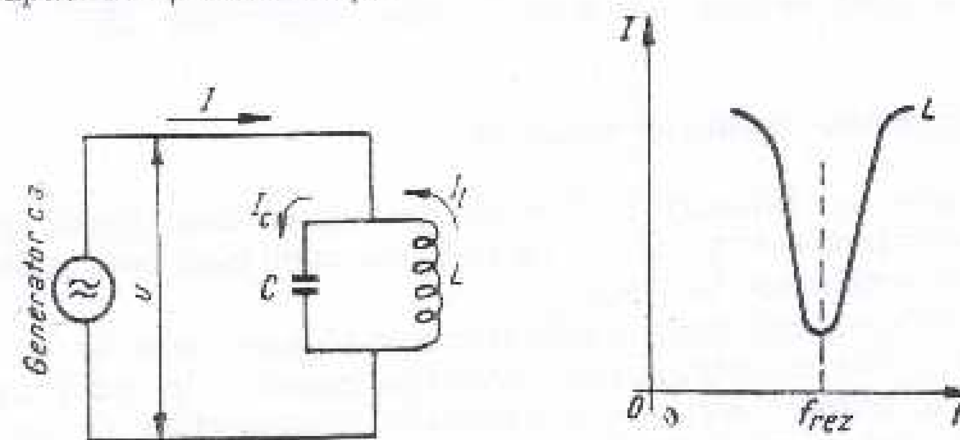


Fig. 254. Circuit oscilant în paralel cu generatorul.

Această operație se numește *acordarea circuitului oscilant* și în practică se realizează folosindu-se condensatoare cu capacitate variabilă și bobine cu inductanță variabilă.

Oscilațiile libere dintr-un circuit oscilant se amortizează repede. Pentru a se obține oscilații întreținute (permanente) trebuie să se introducă în circuit energie din afară. Dacă frecvența de introducere a ener-

giei coincide cu frecvenţa proprie de oscilaţie a circuitului oscilant, amplitudinile oscilaţiilor cresc foarte mult. Acest fenomen se numeşte *rezonanţă*.

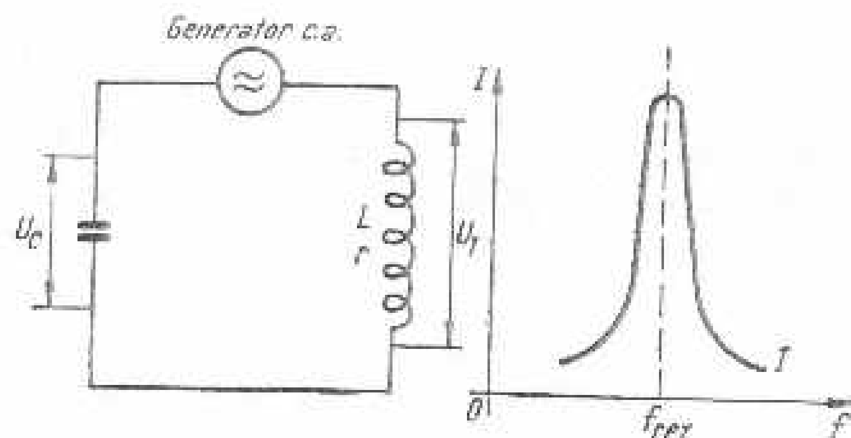


Fig. 255. Circuit oscilant în serie cu generatorul.

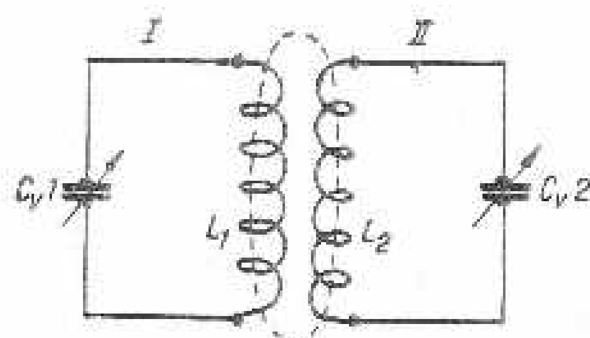


Fig. 256. Circuit oscilant cuplat.

Energia în circuitele oscilante se poate introduce fie direct, cînd generatorul de oscilaţie este legat în paralel (fig. 254) sau în serie (fig. 255) cu circuitul oscilant, fie indirect prin cuplare (fig. 256).

2. Ecranarea circuitelor oscilante

Prin ecranare sau blindare se înţelege protejarea unui circuit faţă de acţiunea parazitară a altui circuit cu ajutorul unor plăci sau ţesături metalice, numite ecrane sau blindaje.

Ecranele pot servi atît pentru înlăturarea cuplajului inductiv, cît şi a celui capacitiv. Pentru înlăturarea cuplajului inductiv, în cazul frecvenţelor joase, se folosesc ecrane din materiale feromagnetice, de exemplu din tablă de oţel cu grosimea de 0,5—1 mm. În acest caz se utilizează permeabilitatea magnetică ridicată a oţelului care concentrează aproape toate liniile de forţă ale cîmpului magnetic, închizîndu-se astfel prin ecran fără să ajungă în afară (sau în interior). Pentru frecvenţe înalte, ecranarea cea mai bună a cîmpurilor magnetice se realizează cu metale diamagnetice ca aluminiul şi cuprul.

Pentru ca pierderile inerente, datorită curenţilor ce se nasc în ecrane, să nu fie prea mari este necesar ca ecranele să nu fie aşezate prea aproape de bobinele protejate. În acest sens este de dorit ca diametrul şi lungimea ecranului să nu fie mai mici decît dublul valorilor respective ale diametrului şi lungimii bobinei. Dar şi în acest caz prezenţa ecranului micşorează cu 10—20% inductanţa bobinei.

Cuplajele parazite capacitive dintre circuite se combat introducînd între acestea un ecran metalic diamagnetic pus la potenţialul zero.

Cînd ecranul trebuie să înlăture numai cuplajul parazit capacitiv fără a influenţa pe cel inductiv, el se execută sub formă de reţea de sîrmă legată într-un singur punct la pămînt (potenţial zero). Acesta constituie cunoscutul ecran electrostatic denumit şi cuşca lui Faraday. In scheme, ecranele se reprezintă sub forma unor linii punctate.

3. Construcţia circuitelor oscilante

Un circuit oscilant constă de obicei dintr-o bobină legată de un condensator variabil, necesar pentru acordarea circuitului (fig. 257).

O atenţie deosebită trebuie să se acorde execuţiei bobinei pentru a se înlătura factorii care dăunează calităţii sale. În general aceste măsuri se rezumă la evitarea pierderilor care au loc în bobină. Pierderile principale sînt prin rezistenţa ohmică a bobinei şi prin capacitatea spirelor bobinei.

Pentru a se realiza o bobină cu inductanţă mare şi rezistenţă mică este necesar să existe un număr mare de spire şi o lungime redusă a conductorului. Totodată se cere ca secţiunea conductorului să fie mare. S-a constatat matematic că raportul optim între diametrul bobinei D şi lungimea ei l (fig. 258) este de 2,5. Acest raport optim nu se respectă întotdeauna în practică pentru că rezultă bobine foarte voluminoase. De asemenea, din motive economice, nu se ia secţiunea conductorului prea mare. Deoarece la frecvenţe ridicate curentul circulă numai pe suprafaţa conductorului, este mai economic să se folosească pentru înfăşurarea bobinelor liţe constituite din mai multe fire subţiri izolate cu email şi răsucite la un loc. Suprafaţa totală a acestor fire este mult mai mare decît a unui singur fir cu diametrul identic.

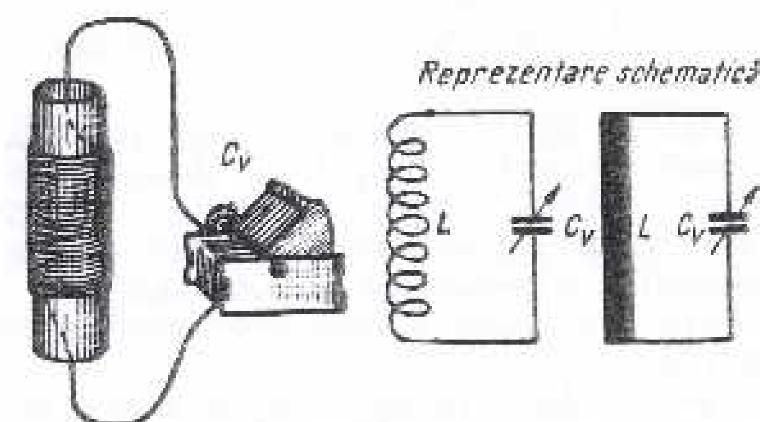


Fig. 257. Construcţia circuitului oscilant.

O altă sursă de pierderi este capacitatea între spirele bobinei. Din figura 259 se poate observa că două spire alăturate ale aceleiaşi bobine

se comportă întocmai ca armăturile unui mic condensator, formînd în acest fel o punte de trecere pentru curenții alternativi. În acest fel, bobina este de fapt șuntată de un condensator C_p, rezultat din însumarea

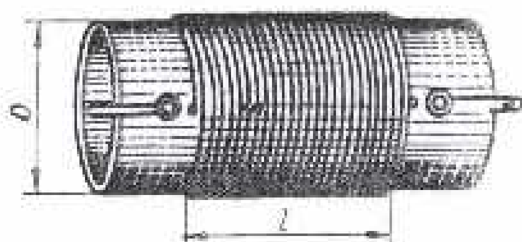


Fig. 258. Bobină.

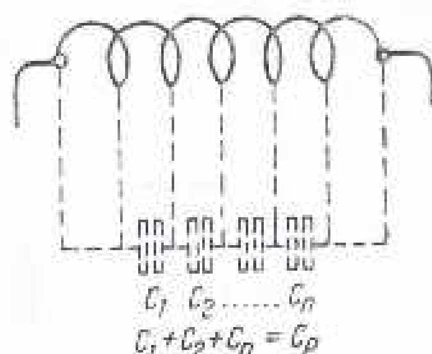


Fig. 259. Capacitățile parazite.

capacităților dintre spire. Din această cauză la bobinele pentru frecvențe ridicate spirele se distanțează puțin, executîndu-se bobinarea cu pas forțat.

Factorul de calitate Q al unei bobine este dat de raportul:

$$Q=\frac{\omega L}{R} \tag{52}$$

iar factorul de calitate al unui circuit oscilant este:

$$Q=\frac{1\,000}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}. \tag{53}$$

Cu cît valoarea lui Q este mai mare cu atît circuitul este mai bun, adică are pierderi mai mici.

C. CIRCUITE DE AMPLIFICARE

1. Definiție. Clasificare

Amplificatoarele sînt circuite electrice echipate cu tuburi electronice (sau transistoare) care permit transformarea curenților sau tensiunilor în curenți și tensiuni de aceeași frecvență dar de amplitudini mărite.

Caracteristicile principale ale circuitelor de amplificare sînt:

— coeficientul de amplificare A care este raportul dintre tensiunea de ieșire U_e și tensiunea de intrare U_i adică $A=\frac{U_e}{U_i}$;

— puterea de ieșire (în wați), adică puterea maximă în curent alternativ la bornele de ieșire;

— banda de frecvență, care arată între ce frecvențe se produce amplificarea fără distorsiuni;

— gradul de distorsiuni care arată deformațiile mărimii amplificate față de cea neamplificată. Există distorsiuni liniare și neliniare. Distorsiunile liniare se manifestă prin atenuarea amplificării pentru anumite frecvențe, iar cele neliniare prin suprapuneri de noi alternanțe (armonici) peste cea fundamentală.

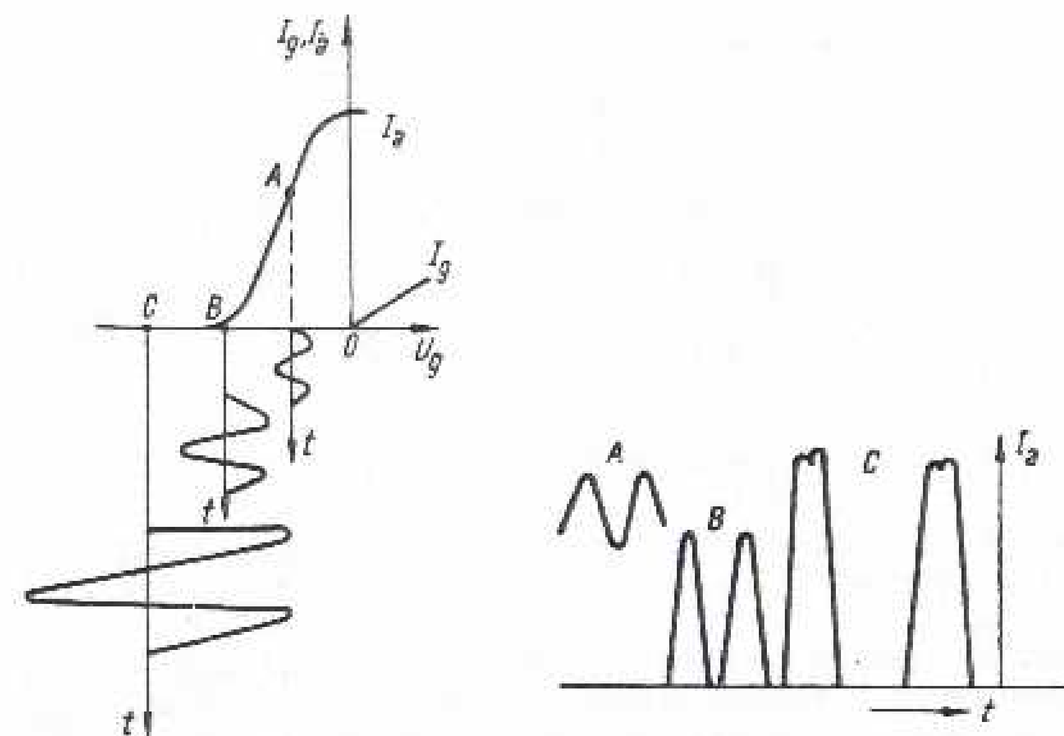


Fig. 260. Regimul de funcționare al amplificatoarelor.

Circuitele de amplificare (denumite și etaje) se pot clasifica după mai multe criterii.

După destinație se deosebesc: de tensiune și de putere.

După tipul sarcinii anodice pot fi: cu rezistență, cu bobină și cu transformator.

După regimul de funcționare sînt: cu regim clasa A, cu regim clasa B și cu regim clasa C (corespunzător punctelor A, B, C de pe caracteristică (fig. 260).

Între amplificatoarele de tensiune și amplificatoarele de putere nu există deosebiri esențiale. Primele sînt echipate cu tuburi de putere mică, rolul lor principal fiind amplificarea tensiunii și numai într-o mică măsură amplifică și curentul, iar amplificatoarele de putere sînt echipate cu tuburi de mare putere care permit trecerea (prin ele) a unor curenți însemnați.

Cînd amplificarea se face în mai multe trepte (etaje), primul etaj este de obicei un amplificator de tensiune a cărui tensiune de ieșire servește drept tensiune de comandă pentru etajele următoare.

Deoarece principiul de funcționare este același se vor descrie numai amplificatoarele de tensiune.

2. Amplificatoare de tensiune

a. **Amplificatorul cu rezistențe** este cel mai răspîndit circuit de amplificare (fig. 261).

Tensiunea alternativă U_{mg1} furnizată de generatorul G se aplică pe grila primului tub *1* (această tensiune urmează să fie amplificată). Ca urmare, curentul anodic al acestuia devine pulsatoriu, componenta lui

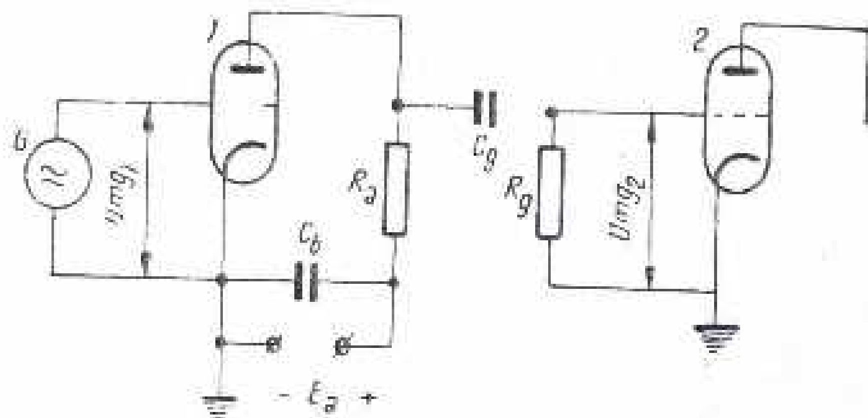


Fig. 261. Amplificatorul cu rezistențe.

continuă trecînd prin rezistența de sarcină R_a, și prin sursa anodică E_a, iar componenta alternativă prin aceeași rezistență R_a și prin condensatorul de blocaj C_b.

Tensiunea alternativă amplificată care apare la capetele rezistenței R_a se aplică pe grila tubului etajului următor prin intermediul condensatorului de cuplaj C_g. Acesta, ca orice condensator, permite trecerea tensiunilor alternative și împiedică componența continuă a primului tub, protejînd astfel grila împotriva unei pozitivări nedorite.

Împreună cu condensatorul C_g se conectează obligatoriu și o rezistență de grilă R_g, numită și rezistență de scurgere. Dacă această rezistență nu există, în cursul fiecărei semialternanțe pozitive a tensiunii alternative aplicate pe grila tubului *2*, grila va atrage un număr de electroni emiși de catod; aceștia neavînd pe unde să se scurgă, se vor acumula în cantități atît de mari încît grila va deveni puternic negativă și tubul se va bloca.

Același fenomen se poate produce chiar și fără tensiunea de comandă de pe grila respectivă datorită electronilor reziduali, care se „agață" de ea în cursul trecerii spre anod.

b. **Amplificatorul cu bobină.** Căderea de tensiune continuă în rezistența anodică R_a a amplificatorului cu rezistențe nu este de dorit deoarece impune să se mărească tensiunea de alimentare a tubului. Dacă această rezistență se înlocuiește cu o inductanță L_a (cu rezistență neglijabilă) (fig. 262) la bornele bobinei se va produce ca și în cazul precedent, o cădere de tensiune alternativă, iar tensiunea continuă va fi aplicată în întregime tubului *1*.

Acest amplificator are însă dezavantajul că bobina și condensatorul formează un circuit oscilant și pentru anumite frecvențe el poate intra în rezonanță producînd o amplificare „selectivă" (a unui anumit domeniu de frecvență). Din această cauză amplificatorul cu bobină se folosește rar.

c. **Amplificatorul cu transformator.** În amplificatoarele de tensiune cu transformator (fig. 263) circuitul anodic al tubului (triodă sau pentodă) are ca sarcină înfășurarea primară a unui transformator. Înfășurarea secundară a transformatorului se leagă la grila tubului următor.

Transformatorul este de obicei ridicător de tensiune cu raportul de transformare $n=2$—5.

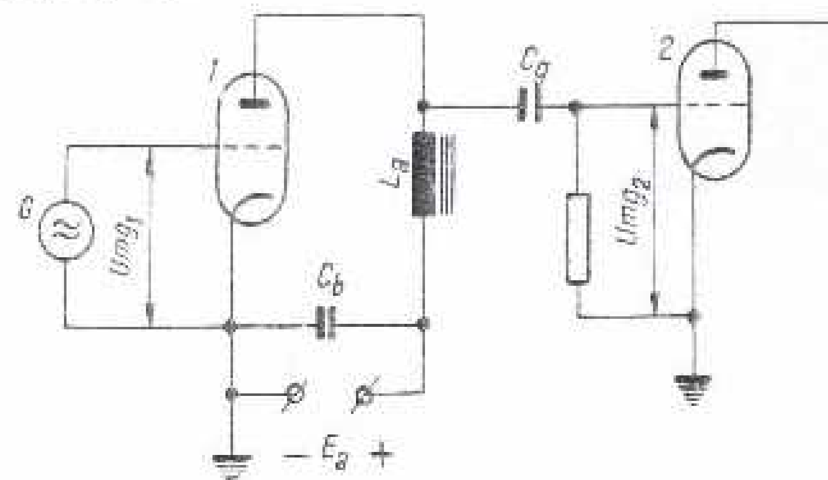


Fig. 262. Amplificatorul cu bobină.

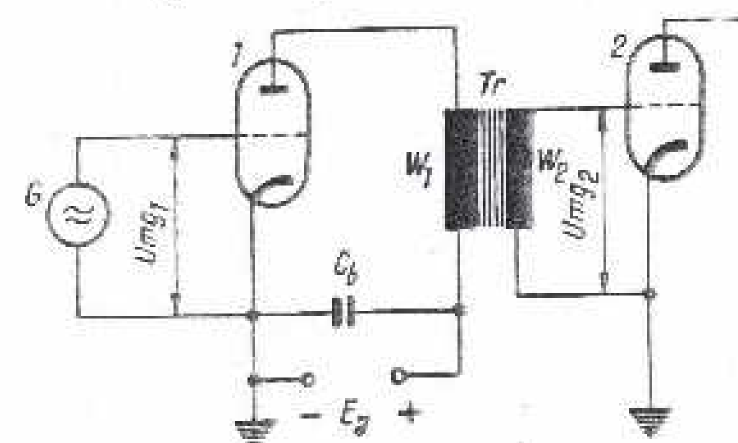


Fig. 263. Amplificatorul cu transformator.

Amplificatorul cu transformator are dezavantajul că curentul anodic continuu, trecînd prin înfășurarea primară, poate produce o magnetizare aproape de cea de saturație. Magnetizarea suplimentară datorită semialternanțelor pozitive ale curentului anodic va produce atunci o saturație completă și curentul amplificat va avea distorsiuni neliniare.

Pentru înlăturarea saturației se utilizează tuburi cu curent anodic mic sau se execută în miezul de fier un întrefier îngreuindu-i astfel magnetizarea.

3. Negativări și reglaje în amplificatoare

Tensiunea de negativare se utilizează în amplificatoare pentru a se deplasa punctul de funcționare spre stînga pe caracteristică în scopul evitării apariției curenților de grilă care produc distorsiuni neliniare, precum și pentru a micșora componenta continuă a curentului anodic

În practică, se utilizează două sisteme de negativare: automată și fixă.

Principiul negativării automate, în care se folosește o mică parte din tensiunea anodică, este reprezentat în figura 264, *a* pentru tubul cu încălzire directă și în figura 264, *b* pentru tubul cu încălzire indirectă.

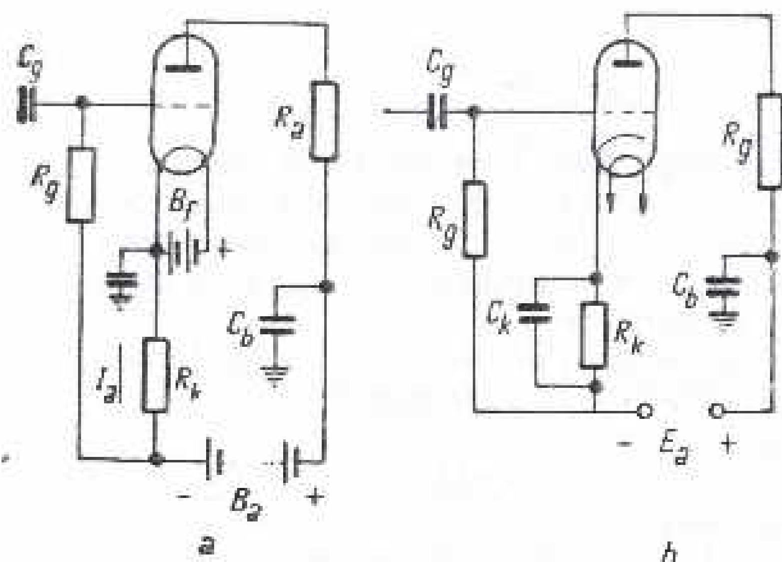


Fig. 264. Negativare automată

În circuitul anodic se inseriază între catod (borna minus a bateriei B_f) și minusul sursei anodice, o rezistență specială R_k numită rezistență de negativare; ea face parte în același timp și din circuitul de grilă și din cel anodic. Componenta continuă a curentului anodic I_a produce la bornele rezistenței R_k o cădere de tensiune, capătul acesteia dinspre B_a avînd un potențial negativ față de celălalt capăt legat de catod. Prin urmare grila va primi de asemenea o tensiune de negativare egală cu căderea de tensiune ($E_g = I_a \cdot R_k$) produsă de curentul anodic pe rezistența de negativare. Negativarea fixă, în care tensiunea de negativare este obținută de la o sursă separată, constituie cea mai veche și totodată cea mai simplă metodă de negativare. Ea constă în conectarea unei surse separate de curent continuu în circuitul de grilă (fig. 265). Sursa poate fi un element uscat, o baterie de acumulatoare (fig. 265, *b*) sau o tensiune redresată și filtrată, furnizată de o înfășurare separată a transformatorului de rețea (fig. 265, *a*).

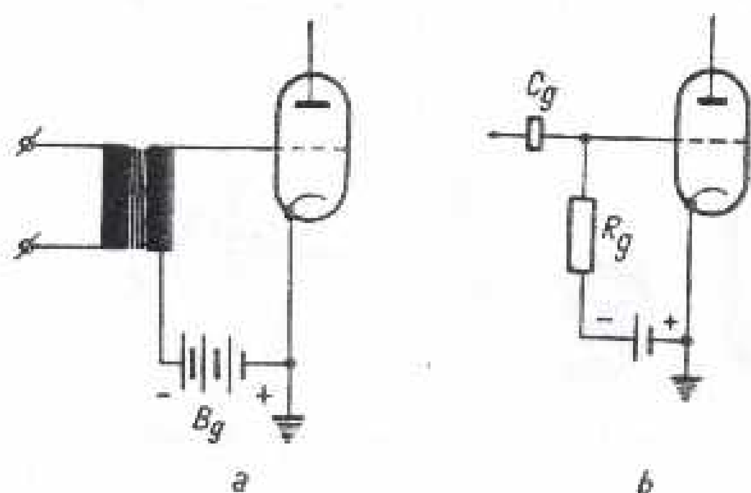


Fig. 265. Negativare fixă.

Această metodă este însă mai scumpă și se folosește rar.

În unele aparate care folosesc amplificatoare (radio, televizor etc.) este necesar să se regleze manual mărimea amplificării. În acest scop în circuitul de grilă se introduce un potențiometru *P* (fig. 266) cu care se poate regla tensiunea aplicată grilei, deci și tensiunea amplificată.

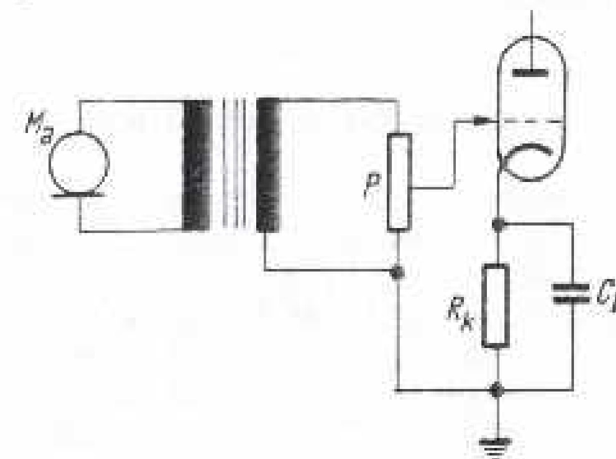


Fig. 266. Reglarea amplificării.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se face redresarea curentului alternativ?
2. Cum se clasifică redresoarele?
3. Cum se poate dubla tensiunea redresată?
4. Ce rol au circuitele de filtrare și cum funcționează ele?
5. Cum funcționează circuitul oscilant?
6. Cum se calculează frecvența proprie a circuitului oscilant?
7. Cum se ecranează circuitele oscilante?
8. Ce este factorul de calitate al circuitului oscilant?
9. Ce rol au circuitele de amplificare?
10. Cum se clasifică circuitele de amplificare?
11. Cum se asigură negativarea grilei față de catod?
12. Cum se poate regla amplificarea?

CAPITOLUL V

APARATE ELECTRICE DE CONECTARE ȘI DE PROTECȚIE

Instalațiile electrice de orice fel cuprind numeroase aparate de conectare care servesc la întreruperea, închiderea și comutarea circuitelor electrice. În mod normal aparatele de conectare întrerup sau închid circuitele electrice în stare normală de funcționare. Totuși ele trebuie **să**

funcţioneze fără să se deterioreze şi în cazurile accidentale de suprasarcini sau scurtcircuit.

Principalele tipuri de aparate pentru conectare sau protecţie a circuitelor electrice sînt: întreruptoarele, comutatoarele, prizele de curent, releele şi fuzibilele.

1. Întreruptoare şi comutatoare

Întreruptoarele sînt aparate care au rolul de a produce închiderea şi întreruperea unui circuit electric străbătut de curent. Ele au două poziţii staţionare de funcţionare: în circuit închis şi în circuit deschis.

Clasificarea întreruptoarelor se poate face după multe criterii.

După modul de acţionare: neautomate şi automate.

După destinaţie: pentru curenţi tari şi pentru curenţi slabi.

După tensiune: pentru tensiuni ridicate (peste 1 kV) şi pentru tensiuni joase (sub 1 kV).

Întreruptoarele neautomate sînt acţionate voit fie direct (manual), fie indirect comandate de la distanţă.

Întreruptoarele automate sînt acţionate de modificarea accidentală a anumitor mărimi fizice dintr-un circuit electric. Ele au deci şi un rol de protecţie.

În construcţia ceasornicelor electrice se folosesc numai întreruptoare neautomate pentru tensiuni joase şi curenţi slabi (de ordinul mA).

Construcţia acestor întreruptoare este foarte simplă; ele se compun în general din unul sau două elemente elastice (lamele) prevăzute cu cîte un contact. Lamelele portcontact sînt aşezate faţă în faţă (fig. 267) şi izolate între ele. Circuitul se închide prin apropierea şi presarea celor două contacte, deformînd elastic lamelele.

Materialul din care se execută contactele are o importanţă foarte mare. Acest material trebuie să nu se oxideze deoarece pelicula de oxid are rezistenţă foarte mare şi se pot întîmpla două cazuri nedorite: sau întreruptorul nu mai închide circuitul sau, datorită rezistenţei mărite, contactele se supraîncălzesc şi se distrug.

În cele mai multe cazuri se foloseşte pentru contactele electrice argintul care are conductivitatea electrică foarte ridicată şi nu se oxidează în atmosferă. Argintul se foloseşte sub formă de nituri sau pastile sudate sau lipite.

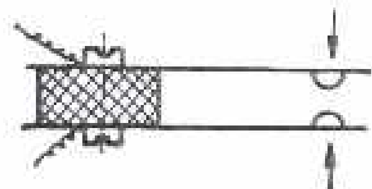


Fig. 267. Întreruptor cu lamele.

La anumite circuite electrice în momentul întreruperii lor apar scîntei în dreptul contactelor, care dislocă din materialul contactului şi îl distrug cu timpul. De aceea, la acele circuite care au o frecvenţă foarte mare de conectări şi întreruperi (zeci sau sute pe oră) se folosesc întreruptoare cu mercur. Un astfel de întreruptor constă dintr-un tub cilindric de sticlă închis, prevăzut la cele două capete cu cîte un contact şi umplut pînă la un anumit nivel cu mercur. Prin bascularea tubului, mercurul din interior atinge numai unul sau ambele contacte, deschizînd sau închizînd circuitul.

Comutatoarele sînt aparate care au rolul de a înlocui o porţiune de circuit cu alta sau de a modifica, în mod succesiv, conexiunile unuia sau mai multor circuite. În ce priveşte construcţia se aseamănă foarte mult cu întreruptoarele şi se folosesc în mod frecvent la reostate de pornire şi reglare, la aparate de radio, televizioare etc. În ceasornicărie se folosesc foarte rar.

2. Relee şi fuzibile

Releele sînt aparate electrice, cărora dacă li se aplică la intrare o anumită mărime fizică (curent electric, temperatură, presiune etc.), pot să efectueze o anumită operaţie cu un scop bine determinat. De exemplu, releul primeşte un curent electric şi determină închiderea unui contact care comandă deschiderea unui întreruptor.

Releele se utilizează la protecţia instalaţiilor electrice; de asemenea intră în componenţa aparaturii de comandă şi automatizare.

Principalele tipuri de relee sînt:

— releele electrice, acţionate de o mărime electrică;

— releele termice, acţionate de căldură;

— releele mecanice, acţionate de o mărime mecanică (presiune);

— releele electronice, acţionate de o mărime electrică, dar au în circuit şi tuburi electronice sau tranzistoare.

a. **Releele electrice** pot fi: electromagnetice, de inducţie şi electrodinamice.

1) *Releele electromagnetice* se bazează pe principiul atracţiei unei piese metalice magnetice în interiorul unui cîmp magnetic creat de un curent.

În figura 268 este reprezentată schema unui releu electromagnetic cu armătură basculantă. Cînd prin înfăşurarea *3* circulă un curent electric, miezul *1* se magnetizează şi atrage armătura *2* (învingînd forţa arcului de reglare *4*) care închide contactul 7. Cu ajutorul regulatorului *5* se poate regla tensiunea arcului *4*, deci intensitatea curentului pentru care armătura este atrasă. Dacă curentul se întrerupe, armătura mobilă este trasă înapoi pînă la limitatorul *6*.

2) *Releele de inducţie* se bazează pe forţa care ia naştere datorită curenţilor turbionari dintr-un disc conductor aşezat într-un cîmp magnetic variabil.

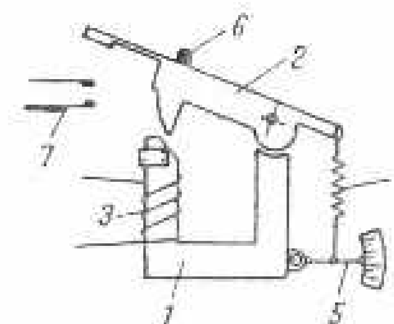


Fig. 268. Releu electromagnetic.

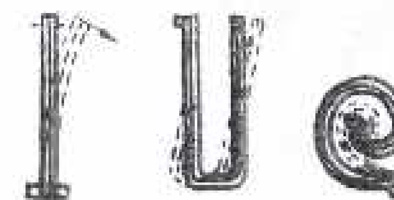


Fig. 269. Bimetale.

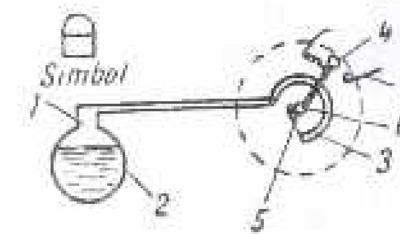


Fig. 270. Releu de gaz.

3) *Releele electrodinamice* se bazează pe cuplul care se exercită asupra unei bobine mobile străbătută de un curent cînd se găsește într-un cîmp magnetic creat de o bobină fixă.

b. **Releele termice** se utilizează pentru a se determina închiderea unui circuit electric atunci cînd într-un anumit punct al instalației se ajunge la o anumită temperatură bine stabilită. Principalele relee termice sînt: cu bimetal, cu mercur, cu gaz și cu rezistență variabilă.

1) *Releele cu bimetal* se compun în principiu din două lame de materiale metalice diferite avînd coeficienți de dilatare diferiți, laminate împreună și formînd o singură lamă. Deoarece cele două materiale se dilată diferit la variația temperaturii, lama se curbează și închide un contact electric. În figura 269 sînt prezentate diferite forme de bimetale.

2) *Releul cu mercur* este format dintr-un tub termometric obișnuit la care rezervorul de mercur este legat la unul din polii circuitului electric. În partea superioară a tubului, corespunzător înălțimii pe care mercurul o va atinge la temperatura dorită, se intercalează un contact fix. Cînd mercurul va atinge acest contact, se va închide circuitul electric.

3) *Releul cu gaz* (fig. 270) se compune dintr-un rezervor *1* umplut pînă la un anumit nivel cu un lichid *2*. Rezervorul este pus în legătură cu un tub manometric *3* de al cărui capăt liber este fixată cremaliera *5* care angrenează cu pinionul *6*, fixat pe capătul contactului mobil *4*.

Prin creșterea temperaturii presiunea vaporilor din rezervor crește deformînd tubul manometric, iar contactul mobil se va roti pînă atinge contactul fix 7 stabilind astfel circuitul.

4) *Releul cu rezistență variabilă* se bazează pe variația unei rezistențe electrice în funcție de temperatură.

Releul termic care închid și deschid un circuit de încălzire cînd temperatura scade sau crește peste o anumită valoare bine stabilită se numește termostat (menține temperatura practic constantă).

c. **Relee mecanice.** Principalele relee mecanice sînt: de nivel și de presiune.

1. *Releul de nivel* este acționat de un plutitor care se ridică o dată cu creșterea nivelului lichidului dintr-un rezervor și închide un contact electric.

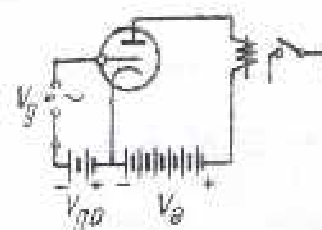
2) *Releul de presiune* servește la semnalizarea creșterii de presiune în instalațiile cu aer comprimat. Se realizează sub forma unui manometru cu contact. Releul care menține presiunea constantă se numește barostat.

d. **Releele electronice** se bazează pe proprietatea de releu a tuburilor electronice și pot fi: cu tuburi cu vid și cu tuburi cu gaz.

1) *Releele electronice cu tuburi cu vid* folosesc de obicei triode. Tipul cel mai simplu folosește proprietatea de blocare a tubului. Se aplică unui tub (fig. 271) o tensiune anodică, constantă și o negativare astfel aleasă încît să blocheze curentul anodic. În serie cu această tensiune se montează o tensiune de excitație continuă sau alternativă. Alternanțele pozitive produc un curent anodic capabil să excite un releu electromagnetic. Acest releu are o sensibilitate foarte mare.

2) *Releele cu tuburi cu gaz* folosesc tiratroanele (fig. 272). Tubul se alimentează de la o sursă de curent alternativ, iar la grilă se aplică în serie o tensiune alternativă fixă V_g și una continuă reglabilă V_G.

Prin variația tensiunii continue se variază punctul de aprindere și prin acesta curentul anodic.



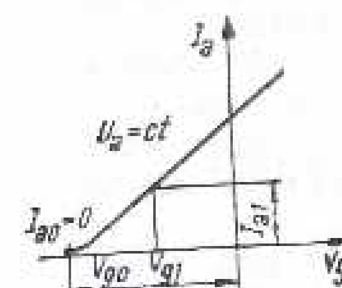


Fig. 271. Releu electronic cu tub cu vid.

Fig. 272. Releu cu tub cu gaz.

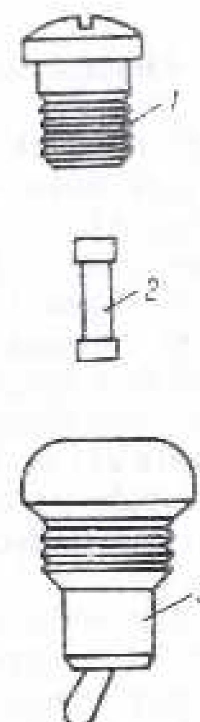


Fig. 273. Siguranță.

Releele se folosesc la protecția instalațiilor electrice relativ mari. Aparatele de putere mică (radiouri, televizoare, ceasornice electrice etc.) se protejează cu fuzibile (siguranțe).

În figura 273 s-a reprezentat o siguranță tip miniatură care se folosește la protecția aparatelor electrice. Ea se compune din trei părți: soclul *1*, elementul schimbabil *2* și capacul filetat *3*.

Elementul schimbabil se compune dintr-un tub de sticlă astupat la ambele capete cu cîte un căpăcel metalic. Cele două căpăcele sînt legate prin interiorul tubului cu un fir conductor calibrat care se topește atunci cînd curentul care trece prin el depășește o valoare bine stabilită întrerupînd circuitul. Acest lucru se întîmplă de obicei la scurtcircuit. Elementul topit se înlocuiește cu altul nou de aceeași valoare numai după ce a fost înlăturată cauza scurtcircuitului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un întreruptor?
2. Cum se clasifică întreruptoarele?
3. Cum funcționează întreruptorul basculant?
4. Ce se înțelege prin comutator?
5. Ce este un releu?
6. Care sînt principalele tipuri de relee?
7. Cum funcționează releul electromagnetic?
8. Cum funcționează releul electronic?

CAPITOLUL VI

APARATE ELECTRICE DE ACȚIONARE

1. Electromagneți

Ceasornicele electrice sînt acționate în general fie prin electromagneți, fie prin motoare electrice.

Electromagnetul este o bobină cu miez de oțel moale. Dacă o bobină fără miez este străbătută de curent, în interiorul ei ia naștere un cîmp magnetic. Acest cîmp se poate întări considerabil dacă în interiorul bobinei se introduce un miez de oțel moale, deoarece permeabilitatea magnetică a oțelului este mult mai mare decît a aerului.

Mărimea magnetizării unui electromagnet se numește tensiune magnetomotoare (*F*) și depinde de natura și dimensiunile miezului și de numărul de amper-spire (*Iw*), adică de produsul dintre intensitatea curentului (*I*) din înfășurare (în amperi) și de numărul de spire (*w*) ale înfășurării.

O parte din energia electrică se pierde în înfășurarea unei bobine datorită rezistenței ohmice a conductorului. În cazul electromagnetului, la acestea se mai adaugă pierderile de energie din miezul de oțel datorită curenților turbionari (Foucault) și hysterezis-ului.

Curenții Foucault apar în miezurile supuse unor cîmpuri magnetice variabile. Acești curenți (cu aspectul unor vîrtejuri electrice) se transformă în căldură producînd pierderi. Pentru a se reduce aceste pierderi, miezurile pentru electromagneții de curent alternativ se fac din tole.

Tolele sînt niște table din oțel cu conținut ridicat de siliciu cu grosimea de 0,35—0,5 mm. Tolele se izolează între ele printr-un strat de oxid, lac sau hîrtie impregnată.

Fenomenul de hysterezis (hystereo=a întîrzia, în limba greacă) se datorește faptului că magnetizarea miezului unui electromagnet nu se face instantaneu, ci cu puțină întîrziere. De asemenea, la demagnetizarea miezului, atunci cînd curentul care străbate înfășurarea scade sau se anulează, nu se obține niciodată integral energia cheltuită pentru magnetizare.

Deci, o parte din energie se pierde pentru magnetizarea miezului.

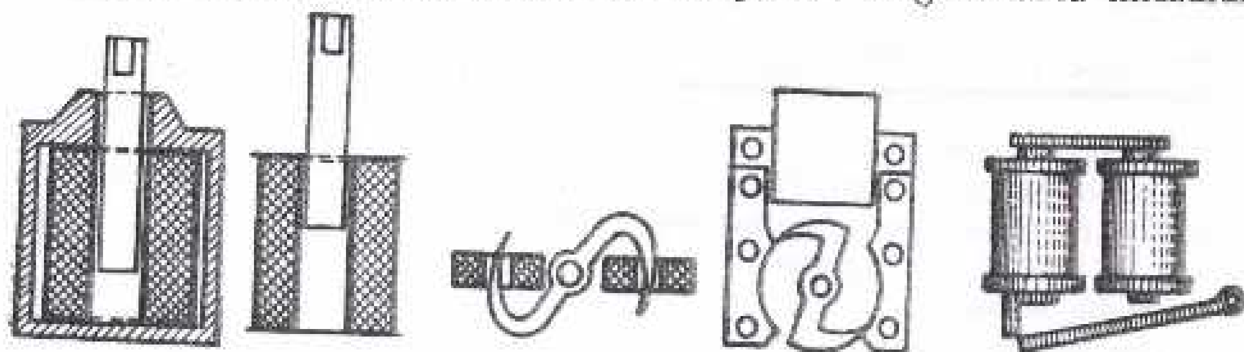


Fig. 274. Electromagnet cu piston. Fig. 275. Electromagnet rotativ. Fig. 276. Electromagnet basculant.

În construcția ceasornicelor electrice se întîlnesc electromagneți polarizați și nepolarizați.

1) *Electromagnetul polarizat* are ca miez un magnet permanent cu cei doi poli N și S. Peste cîmpul magnetic creat de magnetul permanent se suprapune cîmpul magnetic al înfășurării, care va întări pe unul din poli și va slăbi pe celălalt, în funcție de sensul curentului din înfășurare. Avantajul electrogmagnetului polarizat este acela că el menține armătura atrasă și după încetarea curentului din înfășurare.

2) *Electromagnetul nepolarizat* are un miez de oțel nemagnetizat. Polaritatea lui depinde de sensul curentului din înfășurare și dispare o dată cu încetarea curentului.

Ambele tipuri de electromagneți se execută în foarte multe variante constructive: cu piston (fig. 274), rotativi (fig. 275), basculanți (fig. 276).

2. Motoare electrice

Motoarele electrice utilizate la acționarea ceasornicelor electrice au puteri foarte mici (de ordinul waților) din care cauză construcția lor este mult simplificată. De asemenea, spre deosebire de motoarele de puteri mari, la micromotoare nu se cer randament și factor de putere ridicate ci mai ales o construcție simplă și posibilitate de a le racorda (cele de curent alternativ) la o rețea monofazată.

Micromotoarele se împart în motoare de curent alternativ și motoare de curent continuu. Cele de curent alternativ se împart la rîndul lor în motoare asincrone și motoare sincrone.

a. **Micromotoare asincrone.** Motorul asincron se caracterizează printr-o viteză de funcționare care variază cu sarcina, frecvența curentului de alimentare fiind menținută constantă. Se construiesc două tipuri de micromotoare asincrone: cu rotor cilindru și cu rotor disc. Primele tipuri au în general o turație ridicată (peste 1 000 rot/min), iar celelalte o turație redusă.

1) *Motorul cu rotor cilindru* (fig. 277) are un stator *2* prevăzut cu doi (sau mai mulți) poli *3* și bobinajul *1*. O parte din suprafața polului este ecranată cu ajutorul unei spire scurtcircuitate *5*. În acest mod se realizează un decalaj în timp și spațiu între fluxul porțiunii neecranate a polului și fluxul ce străbate spira scurtcircuitată. Acest lucru este

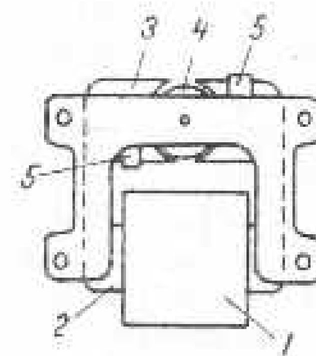


Fig. 277. Motor cu rotor cilindru.

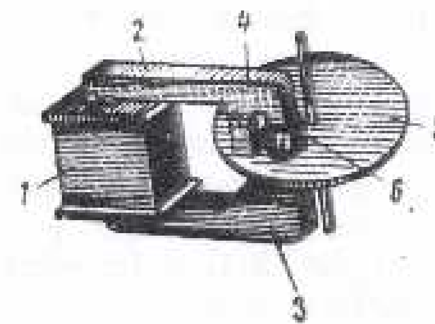


Fig. 278. Motor cu rotor disc.

necesar ca motorul să pornească singur. Rotorul 4 poate fi sub formă de colivie din bare rotunde de cupru sau un cilidru din cupru sau aluminiu.

Sensul de rotire al rotorului este dinspre porțiunea neecranată a polului înspre cea ecranată.

2) *Motorul cu rotor disc* (fig. 278) se compune dintr-o bobină *1* montată pe miezul *2* care are la capăt doi poli *3* si *4*. Unul dintre poli este ecranat în partea cu o spiră în scurtcircuit *6*.

În spira scurtcircuitată se induce un curent care produce un flux magnetic ce se opune fluxului creat de bobină și îl întîrzie. Prin compunerea celor două fluxuri, care trec prin polul ecranat și neecranat, se obține o rezultantă care rotește discul *5* din cupru sau aluminiu. Și în acest caz sensul de rotire este de la porțiunea neecranată la cea ecranată a polului.

b. **Motorul sincron monofazat** (fig. 279) este folosit aproape exclusiv la acționarea ceasornicelor electrice sincrone. Se compune dintr-o bobină *1* montată pe un miez de oțel *2* prevăzut cu mai mulți dinți. Rotorul *3*, din oțel, este prevăzut și el cu dinți (30—40 dinți) și este așezat între piesele polare ale miezului. La fiecare jumătate de perioadă rotorul înaintează cu un dinte, deci într-o perioadă cu doi dinți.

Dacă rotorul are z dinți, la o frecvență a curentului f, rezultă turația:

$$n=\frac{2f}{z}60 \text{ [rot/min]}$$

Deoarece asemenea motoare nu pot porni singure, sînt echipate cu un dispozitiv de lansare, de obicei un arc.

c. **Motorul de curent continuu** (fig. 280) se compune ca orice mașină electrică de curent continuu din statorul *1*, rotorul *2* și colectorul *3*. La micromotoare statorul este un magnet permanent cu polii N și S între care se poate roti rotorul. Acesta este prevăzut cu cîteva bobine legate fiecare la cîte o lamelă a colectorului. Pe colector alunecă periile *4* din cărbune pentru alimentarea motorului.

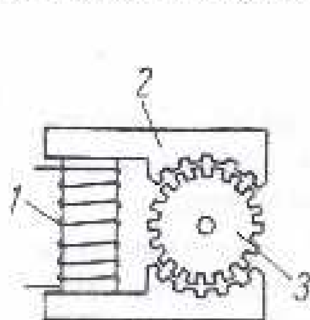


Fig. 279. Motor sincron.

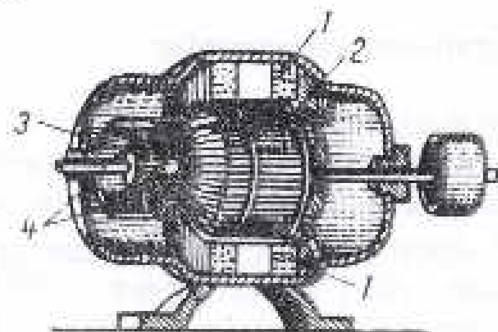


Fig. 280. Motor cu curent continuu.

Principiul de funcționare al motorului este următorul: asupra unui conductor al bobinei rotorului parcurs de curent așezat în cîmpul magnetic al statorului în dreptul polului N acționează o forță perpendiculară pe conductor, al cărei sens depinde de sensul curentului. Această forță rotește conductorul (împreună cu rotorul) pînă cînd ajunge în dreptul

polului S. Aici polaritatea fiind schimbată trebuie să se schimbe și sensul curentului pentru ca conductorul să se rotească mai departe. Sensul curentului se schimbă cu ajutorul colectorului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un electromagnet?
2. Care sînt pierderile de energie într-un electromagnet?
3. Ce se înțelege prin electromagnet polarizat?
4. Care sînt principalele tipuri constructive de electromagneți?
5. Cum se clasifică micromotoarele electrice?
6. Cum funcționează motorul de curent continuu?

CAPITOLUL VII

SURSE DE CURENT ELECTRIC

Sursele de curent se împart în: surse de curent continuu și surse de curent alternativ. Curentul alternativ se utilizează pe o scară mult mai largă decît cel continuu, datorită avantajelor pe care le prezintă. Majoritatea rețelelor de distribuție a energiei electrice sînt de curent alternativ. Ele sînt alimentate de la centrale electrice în care energia calorică sau hidraulică se transformă în energie mecanică cu ajutorul turbinelor cu abur respectiv hidraulice; energia mecanică este transformată apoi în energie electrică cu ajutorul unor mașini denumite generatoare.

Tensiunea rețelei de distribuire nu corespunde totdeauna cu tensiunea de alimentare a aparatelor electrice; de aceea între rețea și aparat se interpune un transformator prin care se poate obține tensiunea dorită.

Transformatorul cu toate că nu este o sursă de curent, va fi descris în acest capitol deoarece servește la alimentarea cu curent a ceasornicelor electrice.

A. SURSE DE CURENT CONTINUU

1. Pile electrice

Pila electrică este un dispozitiv care transformă energia chimică în energie electrică.

Cea mai răspîndită este pila Leclanché. Aceasta este compusă dintr-un vas de sticlă conținînd un electrolit special (soluție de clorură de

amoniu (țipirig) în apă). În electrolit se află un săculeț sau un vas poros încărcat cu depolarizant (bioxid de mangan 70% și grafit praf 30%), prevăzut la mijloc cu un baston de cărbune care constituie polul pozitiv și un cilindru sau o placă de zinc amalgamat (acoperit cu mercur) care formează polul negativ.

Mai multe pile electrice legate între ele formează o baterie. Bateria de 4,5 V pentru lanterna de buzunar (fig. 281) se compune din trei pile (elemente), fiecare formată dintr-un vas cilindric de zinc în care

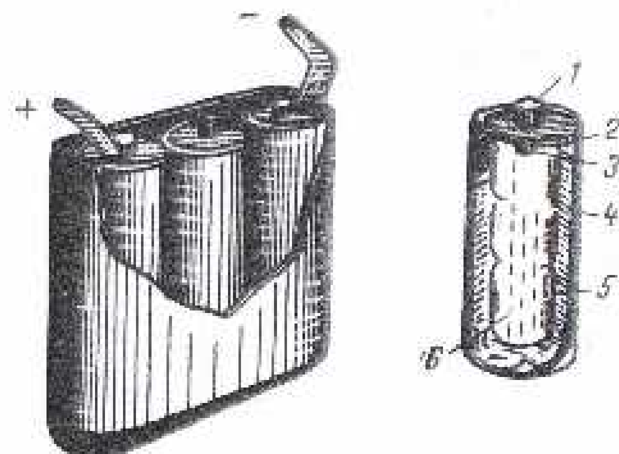


Fig. 281. Baterie electrică:
1 — căpăcel metalic (bornă); 2 — smoală; 3 — cărbune de retortă; 4 — cilindru de zinc; 5 — electrolit gelatinos; 6 — sac cu depolarizant.

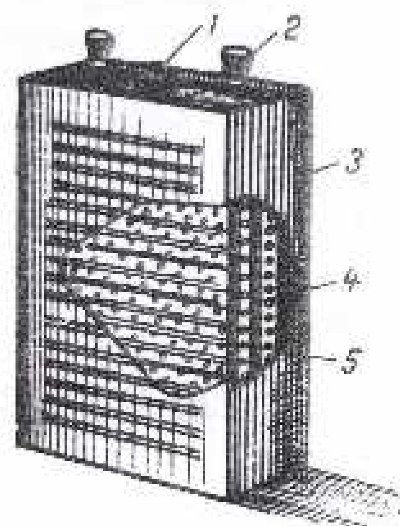


Fig. 282. Acumulator cu nichel:
1 — dop-supapă; 2 — borne; 3 — bac; 4 — garnitură izolantă; 5 — plăci.

se află un electrolit și un săculeț cu depolarizant, ce conține bastonul de cărbune. Electrolitul nu mai este lichid și viscos, soluția de țipirig fiind îngroșată cu făină, pentru ca să nu se verse. Tensiunea dată de un element este 1,5 V, iar intensitatea curentului depinde de dimensiunile pilei.

Pilele electrice grupate în baterii se folosesc la alimentarea aparatelor electrice portative ca: lanterne, radiouri portative, aparate de măsură, ceasornice electrice de masă și de mînă etc.

2. Acumulatoare electrice

Acumulatoarele nu sînt surse de curent ci ele trebuie încărcate cu energie electrică pe care o pot reda apoi aparatului pe care îl alimentează.

Acumulatoarele mai des întîlnite la noi sînt de două feluri: acide (cu plumb) și bazice (cu nichel).

Principalele părți ale unui acumulator cu plăci de plumb (cu acid sulfuric) sînt: electrodul pozitiv, constituit din plăci de plumb ștanțate ori turnate în formă de gratii, avînd în alveole o pastă din bioxid de plumb (PbO_2) de culoare maro; electrodul negativ, format tot din plăci de plumb cu gratii, în ale căror alveole este depus plumb poros; un vas

de sticlă sau material plastic prevăzut cu un capac cu găuri prin care ies conexiunile polilor și se poate completa electrolitul. Tensiunea unui acumulator cu plăci de plumb este de aproximativ 2 V pe element. Acumulatoarele trebuie încărcate lunar (chiar dacă nu se folosesc) și ori de cîte ori tensiunea unui element a atins 1,8 V.

Acumulatoarele bazice sînt de două tipuri: cu cadmiu-nichel și cu fero-nichel. Dintre acestea, primele sînt mai bune.

Un acumulator cu nichel (fig. 282) se compune dintr-un bac de oțel nichelat, în interiorul căruia se află cîte un grup de plăci pozitive și negative. Plăcile pozitive sînt constituite dintr-o bandă de oțel nichelată și perforată, care conține în alveolele sale pastă de hidroxid de nichel cu un adaos de 20% grafit. Plăcile negative sînt alcătuite dintr-o bandă de oțel nenichelată perforată și încărcată cu praf de cadmiu, fier și oxizii lor — la acumulatoarele cu cadmiu-nichel — și cu praf de fier cu adaos mic de oxid de mercur și alte substanțe — la acumulatoarele cu fero-nichel.

Plăcile de același fel se leagă între ele cu un conductor, care se sudează apoi la borna corespunzătoare fixată pe capac prin intermediul unui izolator de trecere din bachelită sau ebonită.

Capacul mai este prevăzut cu un orificiu cu filet, astupat cu un dop de construcție specială. Prin orificiu se toarnă electrolitul (hidrat de potasiu), iar dopul fiind și supapă, permite ieșirea gazelor care se formează în acumulator în timpul încărcării și descărcării împiedicînd totodată pătrunderea aerului. Tensiunea acestui tip de acumulator este de circa 1,4 V.

În afară de tensiune, acumulatorul indiferent de tip, se mai caracterizează prin capacitatea sa care este cantitatea de electricitate, în amperi-ore, pe care o poate debita după ce a fost încărcat complet. De exemplu, dacă un acumulator poate să furnizeze timp de 48 h un curent de 1 A, capacitatea sa este de 48 Ah.

3. Gruparea elementelor

Pilele și acumulatoarele se utilizează mai rar sub formă de elemente. De cele mai multe ori ele se leagă în baterii, care permit obținerea unor tensiuni sau curenți mai mari decît poate da un singur element.

Mai multe elemente (pile sau acumulatoare) pot fi legate în serie (fig. 283, *a*) atunci cînd se urmărește obținerea unei tensiuni mai ridicate. În acest caz polul pozitiv al primului element se leagă cu polul negativ al celui de al doilea element, polul pozitiv al celui de al doilea se leagă cu polul negativ al celui de al treilea element etc. Dacă s-au legat mai multe elemente în serie, polul pozitiv al primului element și polul negativ al ultimului, constituie cei doi poli ai bateriei rezultate. Tensiunea unei astfel de baterii este egală cu tensiunea unui element înmulțită cu numărul elementelor. Intensitatea curentului furnizat de baterie este egală cu aceea a unui singur element.

În practică se întîlnesc frecvent situații în care este nevoie ca intensitatea curentului să fie mai mare decît aceea furnizată de un singur

element. În aceste cazuri se recurge la legarea elementelor în paralel (derivație) (fig. 283, *b*).

O baterie grupată în acest fel se realizează legîndu-se toți polii pozitivi la un singur conductor și toți polii negativi la alt conductor. Primul conductor va fi plusul, iar secundul minusul bateriei.

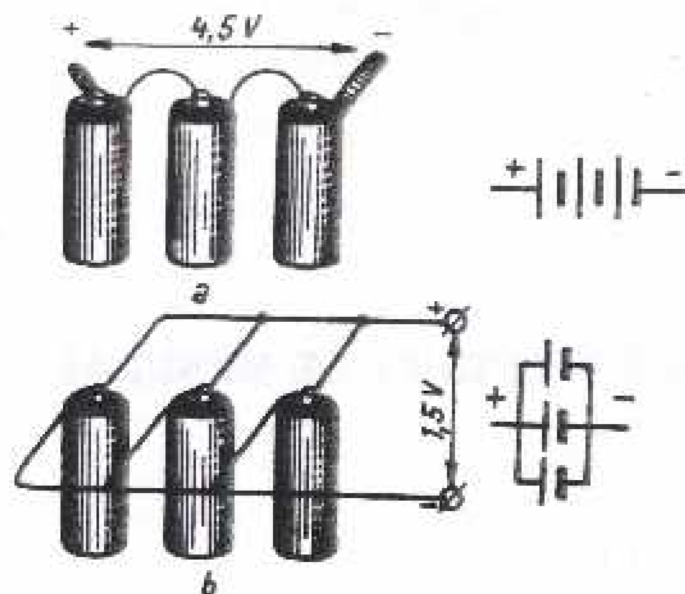


Fig. 283. Gruparea elementelor.

Intensitatea curentului livrat va fi egală cu suma intensităților fiecărui element component, iar tensiunea va fi egală cu tensiunea unui singur element.

Dacă este necesar să crească tensiunea și curentul, se face o grupare mixtă. Se leagă elementele în serie sau în paralel și, pe urmă, grupele astfel formate se leagă în paralel, respectiv serie.

4. Generatorul de curent continuu

Generatorul de curent continuu (dinamul) este o mașină care transformă energia mecanică în energie electrică. Motorul electric, dimpotrivă, transformă energia electrică în energie mecanică. Aceste două mașini electrice sînt reversibile, adică aceeași mașină poate fi folosită atît ca motor cînd este alimentată cu curent, cît și ca generator, cînd este antrenată de un motor. Din această cauză motorul și generatorul au aceeași construcție.

Generatorul de curent continuu se compune din trei părți principale: stator, rotor și colector.

Statorul este alcătuit din mai mulți magneți sau electromagneți montați în interiorul unei carcase cilindrice. Rolul său este de a produce un cîmp magnetic.

Rotorul constă dintr-un miez de fier pe care sînt înfășurate mai multe bobine. Prin rotirea rotorului, în conductorul înfășurării rotorului ia naștere o tensiune electromotoare.

Colectorul este un dispozitiv care culege curentul produs și îl dirijează în circuitele de utilizare.

5. Ridicarea tensiunii continue

Aparatele electrice de curent continuu se pot alimenta cu: pile, acumulatoare, generatoare sau redresoare.

În toate cazurile există posibilitatea de modificare a tensiunii și anume: la pile și acumulatoare prin legarea lor în serie, la generatoare prin mărirea turației sau întărirea cîmpului magnetic al statorului și la redresoare prin mărirea tensiunii alternative cu un transformator.

Uneori, pentru ridicarea tensiunii continue se folosește un dispozitiv denumit *vibrator* (fig. 284).

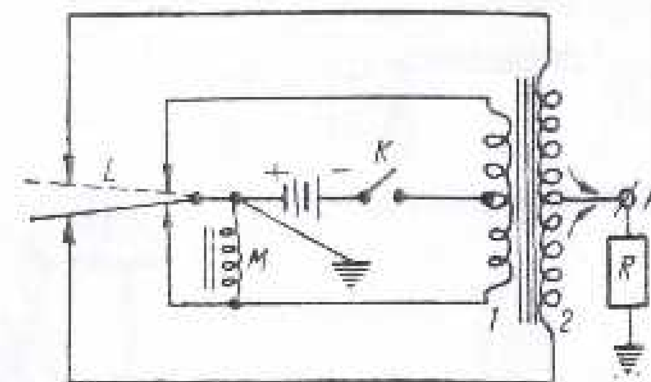


Fig. 284. Vibrator.

Vibratorului i se aplică o tensiune joasă (4—12 V furnizată în mod obișnuit de o baterie de acumulatoare. Închizînd întreruptorul *K*, electromagnetul *M* este alimentat și atrage lama *L* către contactele inferioare. În jumătatea inferioară a înfășurării *1* (primarul) apare un impuls de curent; în același timp electromagnetul este scurtcircuitat și lamela se ridică.

Deoarece timpul de deschidere este mult mai scurt decît timpul de închidere, în circuitul secundar *2* se induce o tensiune electromotoare apreciabilă numai la întrerupere. Sensul curentului este indicat prin săgeți. Ridicîndu-se, lama închide contactele superioare; procesul se repetă iar curentul de inducție curge ca și înainte către borna de ieșire *A*. În modul acesta sarcina *R* se află sub tensiune înaltă de aceeași polaritate, însă pulsatoare. Pulsațiile se netezesc cu ajutorul unor filtre.

B. SURSE DE CURENT ALTERNATIV. TRANSFORMATORUL

Transformatorul electric este un dispozitiv care modifică forma sub care se prezintă energia electrică alternativă, fie ridicîndu-i tensiunea și micșorîndu-i intensitatea în aceeași proporție, fie efectuînd operația invers.

Primarul transformatorului primește energia de transformat și o schimbă în energie magnetică sub forma unui flux, care circulă într-un miez de fier, inducînd energia electrică transformată în circuitul secundar care o furnizează consumatorului. Așadar se transformă numai tensiunea și intensitatea, frecvența rămînînd neschimbată.

Operațiile de transformare se fac în vederea adaptării unei surse de curent electric alternativ la necesitățile consumatorului.

Transformatoarele care ridică tensiunea sînt denumite ridicătoare de tensiune, iar cele care o coboară, coborîtoare de tensiune.

În principiu, orice transformator electric se compune din două bobine cuplate inductiv între ele (fig. 285).

Raportul dintre numărul de spire W_1 al bobinei primare *1* și W_2 al bobinei secundare *2* se numește raport de transformare $n = \frac{W_1}{W_2}$. Orice transformator ridică sau coboară tensiunea cu raportul lui de transformare.

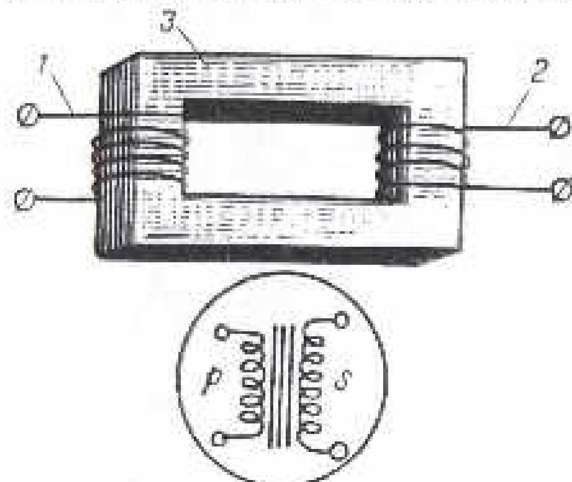


Fig. 285. Transformator electric.

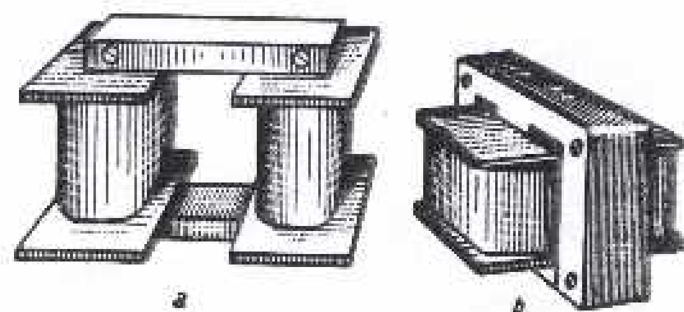


Fig. 286. Tipuri de transformatoare.

Transformarea se produce de obicei cu pierderi mici și este reversibilă. Pierderile într-un transformator sînt aceleași care au loc în electromagneți (rezistență ohmică, curenți turbionari și hysterezis).

Pentru a se reduce pierderile din cauza curenților turbionari miezul *3* se execută din tole de oțel cu siliciu de 0,35—0,5 mm grosime, izolate între ele.

În raport cu forma tolelor din care este alcătuit miezul, transformatorul poate fi cu coloană (fig. 286, *a*) sau, mai utilizat, în manta (fig. 286, *b*).

Pachetul de tole se strînge în șuruburi din material nemagnetic sau din oțel, izolîndu-se cu hîrtie pentru a se evita atingerea tolelor și implicit apariția curenților turbionari. Tolele se mai pot strînge printr-o carcasă ajutătoare.

Bobina transformatorului se compune dintr-o carcasă cu sau fără pereți laterali pe care se înfășoară conductorul.

Carcasele bobinelor se execută din materiale izolante (preșpan, textolit etc.) prin lipire; ele trebuie să aibă dimensiunile miezului pe care se montează.

Transformatoarele cu coloane au două bobine, una pentru primar și una pentru secundar. La transformatoarele în manta înfășurarea primară și cea secundară se așază pe aceeași bobină.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este o pilă electrică?
2. Din ce se compune pila Leclanché?
3. Ce este un acumulator electric?

4. Care sînt principalele tipuri de acumulatoare?
5. Cum se leagă elementele în serie?
6. Cu ce scop se leagă elementele în paralel?
7. Care sînt părțile principale ale unui dinam?
8. Cum se poate ridica tensiunea continuă?
9. La ce servește transformatorul?
10. Cum se execută un transformator?

CAPITOLUL VIII

APARATE ELECTRICE DE MĂSURAT

1. Generalități

Repararea și reglarea ceasornicelor electrice implică, în mod obișnuit, efectuarea a numeroase și diferite măsurători electrice.

A măsura o mărime oarecare înseamnă a o compara cu o altă mărime de aceeași natură, luată drept unitate (etalon). Unitățile electrice sînt: voltul (V), amperul (A), ohmul (Ω), faradul (F) etc.

Mărimile electrice se măsoară cu aparate (instrumente) de măsură adecvate care se denumesc de obicei după etalonul respectiv (voltmetru, ampermetru etc.).

Funcționarea aparatelor electrice de măsurat se bazează pe proprietățile curentului electric. Proprietatea curentului de a crea un cîmp magnetic în jurul conductorului pe care îl parcurge se utilizează în aparatele magnetoelectrice și electromagnetice, iar proprietatea curentului de a produce căldură la trecerea prin conductoare se folosește la aparatele termice. Efectele curentului se transformă cu ajutorul unor mecanisme în deplasări mecanice care se pot citi pe scara aparatului în dreptul acului indicator. Diviziunile de pe scară se marchează de obicei în valori ale mărimii căreia îi este destinat aparatul (volți, amperi, ohmi etc.).

În raport cu sistemul aparatului, diviziunile scării pot să fie la distanțe egale (scară uniformă) sau la distanțe inegale (scară neuniformă).

Majoritatea aparatelor de măsurat sînt astfel construite încît acele lor indicatoare se deplasează în momentul cînd prin aparat trece un curent. După valoarea deviației acului se poate aprecia valoarea curentului care trece prin aparat. În felul acesta aparatul poate fi asimilat cu un conductor care are o anumită rezistență. Această rezistență se numește rezistență interioară și se exprimă în ohmi pe volt (Ω/V), adică arată numărul de ohmi care revine fiecărui volt al scării aparatului.

Mecanismul oricărui aparat de măsurat este montat într-o cutie specială rigidă și etanșă, care-l apără de deteriorări mecanice și de praf.

Funcție de destinația și construcția aparatului, cutiile pot avea diferite forme. Indicațiile aparatului se citesc printr-o deschidere, protejată de un geam. În spatele geamului se află scara gradată a aparatului și acul indicator care se deplasează în fața acesteia.

Aparatul se conectează la circuitul de măsurat prin intermediul unor borne sau cleme fixate pe aparat.

Deoarece acul indicator se deplasează de multe ori de la gradația zero, înainte de măsurare se verifică poziția sa; în cazul unor abateri, se readuce acul la poziția zero a scării, cu ajutorul unui dispozitiv corector care are un știft crestat, ieșit din carcasă, pentru șurubelniță.

Aparatele de măsură pot fi: magnetoelectrice, electromagnetice, electrodinamice și termoelectrice.

2. Aparate magnetoelectrice

Principiul de funcționare al aparatelor magnetoelectrice se bazează pe însușirea conductorului de a se deplasa într-un cîmp magnetic, atunci cînd prin el trece un curent electric.

Construcția simplificată a unui aparat magnetoelectric este arătată în figura 287. La capetele unui magnet permanent *1* sînt fixate piesele polare *2* din oțel moale. Între ele este fixat rigid un miez cilindric de oțel *3*. În întrefierul dintre piesele polare și miez poate să se rotească liber pe axul *4* o bobină cadru *5*. Bobina se compune dintr-o carcasă dreptunghiulară de aluminiu, pe care se înfășoară o sîrmă subțire de cupru izolată. Pe axul *4* este fixat un ac indicator *6* al cărui vîrf se poate deplasa în fața unei scări gradate. Cadrul este menținut în poziția inițială de două arcuri spirale 7 prin care intră și curentul de măsurat.

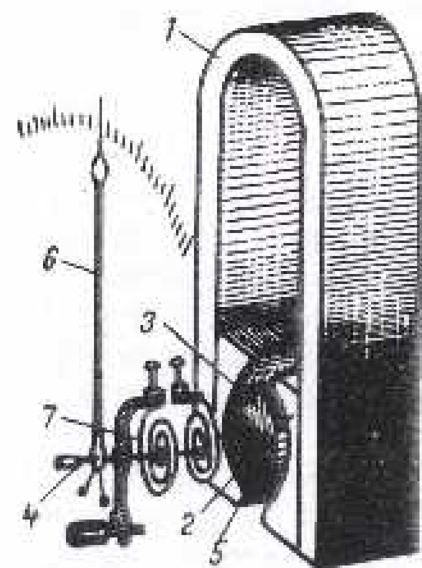


Fig. 287. Aparat de măsurat magnetoelectric.

La trecerea curentului electric prin înfășurarea cadrului se formează în jurul acestuia un cîmp magnetic. Ca rezultat al acțiunii reciproce a acestui cîmp cu cîmpul magnetului permanent, cadrul se poate roti într-o parte sau în alta, funcție de sensul curentului care trece prin el.

Deci, aparatele de măsurat magnetoelectrice servesc numai pentru măsurarea curentului continuu. La conectarea aparatului la un circuit de curent alternativ, cadrul lui ar trebui să-și schimbe sensul de rotație în ritmul frecvenței curentului dar, din cauza inerției sale mecanice chiar la frecvență scăzută, nu poate urmări schimbările de sens ale curentului, ci rămîne în dreptul gradației zero, reacționînd numai prin trepidația acului indicator.

Sensul necesar curentului din cadru se asigură prin conectarea aparatului la rețeaua de curent continuu în concordanță cu semnele bornelor: (+) și (—).

Aparatele magnetoelectrice servesc atît pentru măsurarea curenților cît și tensiunilor, diviziunile de pe scară fiind marcate corespunzător în unități de curent (A, mA, μA) sau de tensiune (kV, V, mV, μV).

Aparatele magnetoelectrice sînt cele mai precise dintre toate instrumentele de măsurat cu ac indicator. În plus, ele posedă o mare uniformitate a scării și o dependență relativ mică, față de cîmpurile magnetice perturbatoare, precum și de temperatură.

Ele au însă limite mici de măsurare. De aceea, pentru măsurarea unor curenți mai mari decît permite scara, se conectează la aparat, în paralel, rezistențe denumite șunturi, iar pentru extinderea limitei de măsurare a tensiunilor, rezistențe adiționale, în serie.

Pentru măsurarea curentului alternativ, în aparatele mai complicate se includ redresoare pentru transformarea curentului alternativ în curent continuu.

3. Aparate electromagnetice

Aparatele electromagnetice funcționează datorită acțiunii cîmpului magnetic creat de curentul măsurat asupra unui miez de oțel moale.

Partea mobilă a unui aparat electromagnetic (fig. 288) este un disc *4* din oțel moale fixat excentric pe un ax cu care se rotește împreună. Discul poate intra în interiorul unei bobine plate *3*. Unghiul de rotație al discului este indicat pe scara *2* de un ac indicator *1* fixat de asemenea pe ax. Acul este menținut în poziția de repaus printr-un arc spiral. Un pistonaș legat de acul indicator contribuie la amortizarea oscilațiilor rapide, prin deplasarea în interiorul unui cilindru curb *5*.

Cînd prin spirele bobinei trece un curent, în interiorul ei ia naștere un cîmp magnetic sub a cărui acțiune discul este atras spre interiorul bobinei. Deplasarea va fi cu atît mai mare cu cît curentul din bobină sau tensiunea care creează acest curent vor fi mai mari. Astfel deviațiile acului măsoară curentul.

Scara aparatelor electromagnetice este neuniformă, diviziunile fiind mai apropiate între ele la începutul și sfîrșitul scării.

Devierea acului indicator producîndu-se întotdeauna în același sens, aceste aparate se folosesc atît pentru curentul continuu cît și pentru cel alternativ. Indicațiile acului fiind diferite pentru curentul continuu și pentru cel alternativ pe scările aparatelor din această categorie, se gradează două rînduri de diviziuni, un rînd pentru curentul continuu (notat c.c. sau =) și un rînd pentru curentul alternativ (notat c.a. sau ≈).

Indicațiile aparatelor electromagnetice sînt mai puțin precise decît ale celor magnetoelectrice. De asemenea, rezistența lor interioară redusă (circa 100 Ω/V) le face puțin sensibile și ca atare neindicate pentru tensiuni și curenți reduși. Aceste aparate sînt influențate de cîmpurile magnetice exterioare și de aceea în timpul măsurării ele nu trebuie așezate în apropierea conductoarelor parcurse de curenți mari.

4. Aparate electrodinamice

Aparatele electrodinamice (fig. 289) sînt destinate în special pentru măsurarea puterii în circuitele de curent continuu și alternativ, adică sînt folosite ca wattmetre. În principiu toate wattmetrele electrodinamice se bazează pe interacțiunea a două cîmpuri magnetice create de

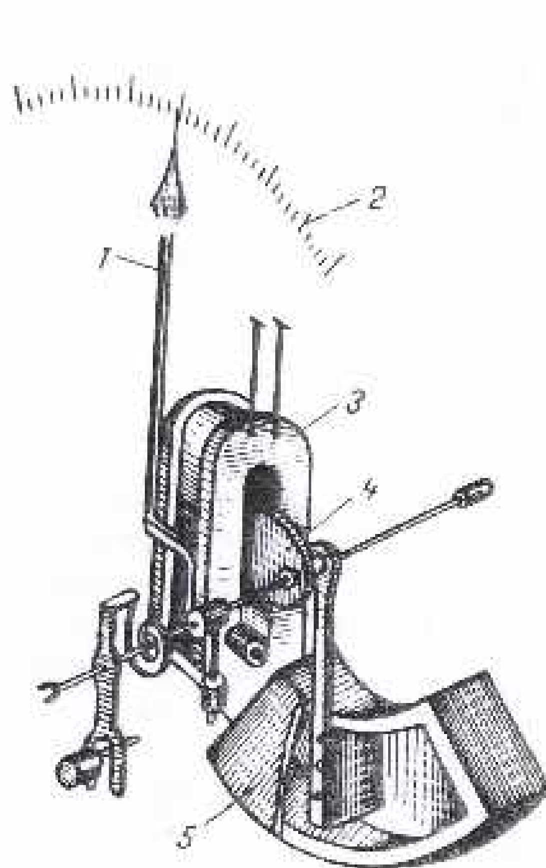


Fig. 288. Aparat de măsurat electromagnetic.

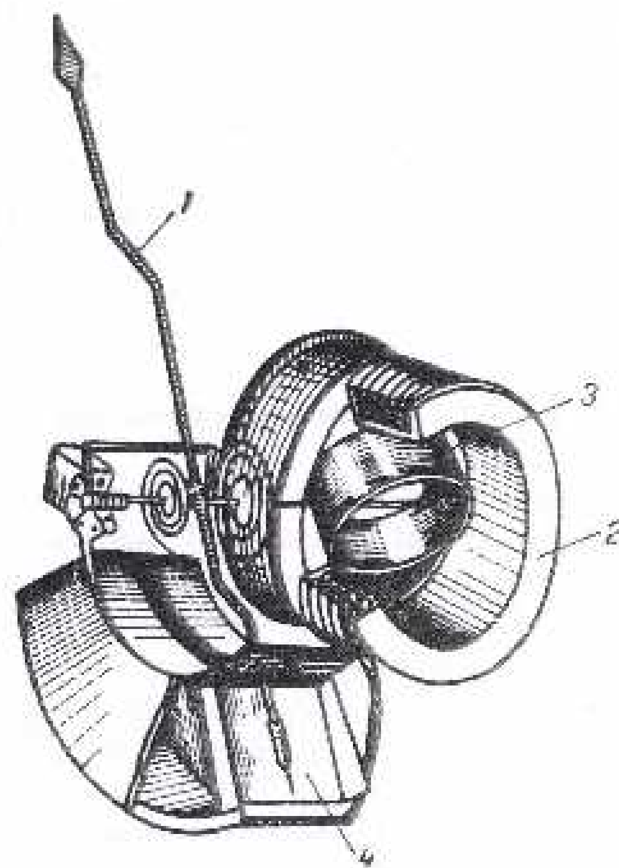


Fig. 289. Aparat de măsurat electrodinamic.

două bobine. Acul indicator *1* este solidar cu bobina mobilă *3* care este amplasată în interiorul bobinei fixe *2*. De acul indicator este legat un amortizor cu aer *4*.

Prin una dintre bobine trece curentul ce trebuie măsurat, iar celeilalte bobine i se aplică tensiunea care acționează în același circuit. Din această cauză, deviația acului indicator este proporțională atît cu curentul cît și cu tensiunea, adică este proporțională cu puterea.

5. Aparate termoelectrice

Funcționarea aparatelor termoelectrice se bazează pe dilatarea termică a unei sîrme de platină-iridiu prin care trece curentul ce trebuie măsurat. Deoarece acțiunea termică a curentului nu depinde de frecvența lui, aceste aparate se pot folosi pentru măsurări de înaltă frecvență.

Construcția unui aparat termoelectric este reprezentată în figura 290. Între două suporturi izolante este întins un fir subțire *3* care este tras în jos de un fir de întindere *4*.

De firul de întindere este legat un fir de mătase trecut peste un tambur mic de care este fixat acul indicator *1* din dreptul scării *2*. Capătul firului de mătase este tras de un arc *5*. Tot de tambur este legată o placă de aluminiu *7* care se poate deplasa între polii unui magnet permanent *6*.

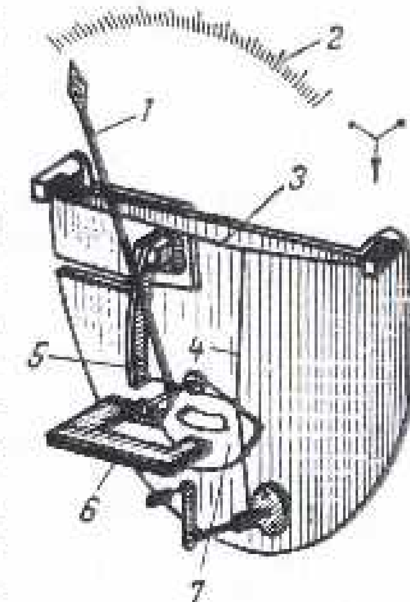


Fig. 290. Aparat de măsurat termoelectric.

La trecerea curentului prin firul calibrat, acesta se încălzește și se alungește căpătînd o săgeată. Din această cauză arcul va trage firul de mătase care, înfășurat fiind pe tambur, va roti tamburul și, o dată cu el, acul indicator și placa de aluminiu. Aceasta din urmă, deplasîndu-se într-un cîmp magnetic, produce o frînare datorită curenților turbionari (Foucault).

În principiu, cu aparatele termoelectrice se pot măsura tensiuni și intensități; în practică sînt utilizate numai pentru măsurarea intensităților deoarece rezistența lor interioară este foarte mică (6—10 Ω/V).

Cînd se lucrează cu aparate termice trebuie să se țină seamă de faptul că suprasarcina cea mai neînsemnată de curent poate provoca arderea instantanee a firului care are un diametru foarte mic.

6. Măsurări electrice

a. **Măsurarea curentului.** Pentru măsurarea intensității curentului într-un circuit oarecare se conectează aparatul în serie cu circuitul (fig. 291). Curentul din circuit va trece în acest caz și prin aparat. Deci mărimea curentului poate fi apreciată după unghiul de deviație a acului indicator. Ampermetrele se execută cu rezistență interioară foarte mică pentru a nu introduce rezistențe noi în circuit și implicit pentru a nu micșora curentul.

b. **Măsurarea tensiunii.** Aparatele pentru măsurarea tensiunii (voltmetrele) se conectează în paralel cu porțiunea de circuit pe care se măsoară tensiunea (fig. 292). Sub acțiunea diferenței de potențial din circuit, prin voltmetru va trece un curent (care deviază acul aparatului) proporțional cu diferența de potențial.

Rezistența interioară a voltmetrului trebuie să fie mare; în caz contrar curentul ce trece prin aparat este mare, iar curentul din circuit, pe porțiunea de măsurat, scade simțitor și o dată cu el căderea de tensiune.

c. **Măsurarea rezistențelor.** Rezistența se măsoară determinîndu-se simultan cu un ampermetru și voltmetru, curentul care trece prin re-

zistența de măsurat și căderea de tensiune care se produce în rezistență.

Valoarea rezistenței se calculează cu relația: $R = \frac{U}{I}$.

În practică, valoarea rezistențelor se măsoară mai rapid cu ohmetrul, care este alcătuit dintr-un voltmetru și o sursă proprie de curent continuu. Scara este etalonată direct în ohmi (fig. 293).

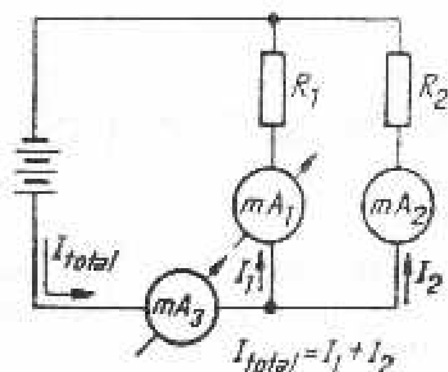


Fig. 291. Măsurarea curentului.

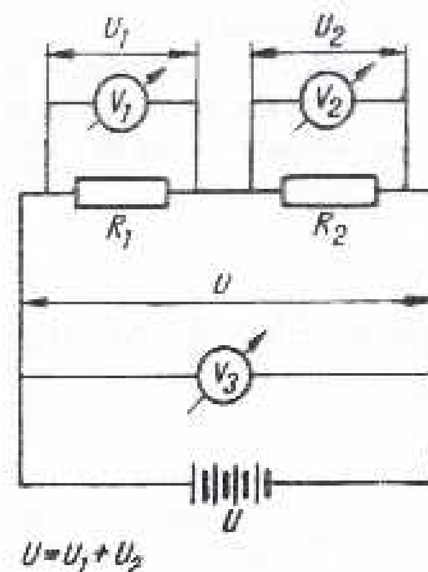


Fig. 292. Măsurarea tensiunii.

Cu bornele *1* și *2* scurtcircuitate cu întreruptorul *K* voltmetrul indică întreaga tensiune a bateriei; această poziție a acului indicator corespunde cu valoarea zero pentru rezistență. În cazul bornelor libere (rezistență infinită) acul indicator nu va devia; această poziție se marchează cu infinit. Între aceste două puncte extreme se marchează scara aparatului cu ajutorul unor rezistențe etalon. Scara ohmetrului este neuniformă.

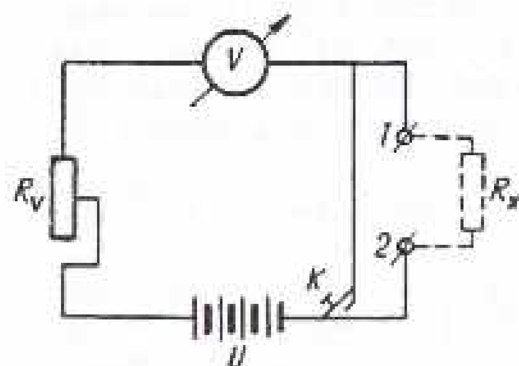


Fig. 293. Măsurarea rezistențelor.

În practica măsurărilor electrice se mai folosesc aparate combinate denumite avometre. Cu ele se poate măsura curentul, tensiunea și rezistența prin simpla comutare a unor rezistențe în circuitul aparatului.

Pentru măsurarea curenților și tensiunilor alternative avometrele sînt prevăzute cu o celulă de redresare, iar pentru măsurarea rezistențelor dispun și de o sursă proprie de curent continuu (pilă).

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin măsurare?
2. Ce este rezistența interioară a unui aparat?
3. Care sînt cele mai răspîndite aparate de măsurat electrice?
4. Din ce se compune un aparat magnetoelectric și cum funcționează?
5. Care este principiul de funcționare al aparatului electromagnetic?
6. Din ce se compune un aparat electrodinamic?
7. La ce măsurări se folosesc aparatele electrodinamice?
8. Care este principiul de funcționare al aparatelor termoelectrice?
9. Cum se conectează un ampermetru în circuitul de măsurat?
10. Dar un voltmetru?
11. Cum funcționează un ohmetru?
12. Ce este avometrul?

PARTEA
A CINCEA

Ceasornice electrice

CAPITOLUL I

CEASORNICE CU ARMARE ELECTRICĂ

A. CLASIFICAREA CEASORNICELOR ELECTRICE

Ceasornicele electrice se pot clasifica după mai multe criterii:

După gradul de dependență:

- Ceasornice dependente:
  - ceasornice sincrone;
  - ceasornice secundare (pui).
- Ceasornice combinate:
  - ceasornice sincrone cu rezervă de mers.
- Ceasornice independente:
  - ceasornice individuale;
  - ceasornice principale.

După sistemul de oscilație:

- Ceasornice cu oscilații mecanice:
  - cu cristal de cuarț;
  - cu diapazon;
  - cu arc plat;
  - cu pendul;
  - cu balansier.
- Ceasornice cu oscilații electrice:
  - cu circuit oscilant;
  - cu circuit basculant.

După modul de acționare:

- Ceasornice cu acționare directă:
  - cu cristal de cuarț;
  - cu arc plat;
  - cu diapazon;
  - cu pendul;
  - cu balansier.
- Ceasornice cu acționare indirectă (cu armare electrică):
  - cu armare prin electromagnet;
  - cu armare cu motor electric.

B. ARMAREA CEASORNICELOR CU ELECTROMAGNET

Ceasornicele cu armare electrică se deosebesc foarte puțin de ceasornicele mecanice clasice. Toate mecanismele ceasornicului mecanic s-au păstrat neschimbate în afara mecanismului motor care, în loc să fie armat manual, va fi armat cu un dispozitiv electric.

Ceasornicele acționate electric indirect se construiesc cu rezervă de mers (pot funcționa un timp — cîteva ore — după întreruperea curentului electric) sau fără rezervă de mers (se opresc la cîteva minute după întreruperea curentului). Primele se alimentează de obicei de la rețeaua de distribuție a curentului, iar celelalte de la o sursă proprie (baterie).

Ceasornicele cu rezervă de mers sînt prevăzute cu arc motor sau greutăți, iar energia electrică este folosită la armarea arcului sau la ridicarea greutăților. Frecvența armării poate fi foarte diferită: de la o armare la 8 h, la 60 armări pe oră.

Frecvența armărilor la ceasornicele fără rezervă de mers este mai ridicată (12—16 armări pe oră), și de aceea ele sînt mai precise, forța transmisă eșapamentului fiind practic constantă. Ele mai au avantajul că nu sînt legate de o poziție (priză), deoarece avînd sursă proprie de alimentare, pot fi așezate în orice loc.

Ambele tipuri de ceasornice cu armare electrică pot fi acționate fie cu motor electric, fie cu electromagnet.

Se cunosc foarte multe variante de armare cu electromagnet care funcționează însă toate după același principiu: mecanismul de transmisie închide la intervale regulate un circuit electric format dintr-o sursă de curent și un electromagnet; electromagnetul atrage o armătură, care este legată de mecanismul motor și transmite acestuia o energie potențială.

Dispozitivul de armare cu electromagnet se compune din următoarele părți principale:

— electromagnet cu o armătură mobilă;

— contactor pentru închiderea și deschiderea circuitului electric al electromagnetului;

— dispozitiv pentru comanda contactorului;

— dispozitiv pentru transmiterea mișcării de la armătura mobilă la mecanismul motor.

Dintre acestea cele mai sensibile sînt contactorul și dispozitivul său de comandă.

1. Contactorul

Un sistem des utilizat este prezentat în figura 294. Se compune dintr-un electromagnet *5* cu armătură basculantă *3* care se poate roti în jurul punctului *1*. Cînd prin bobinele *4* ale electromagnetului circulă curent, această armătură va fi atrasă și clichetul *7* alunecă peste dinții roții de clichet *8* imobilizată de clichetul *9*. Cînd curentul se întrerupe, arcul elicoidal *6* trage armătura înapoi și clichetul *7* rotește roata cu cîțiva dinți. Stabilirea și întreruperea curentului se face cu contactorul compus din lama *2*, legată rigid de armătură și furca *16* care poate oscila în jurul punctului *11*. Furca este menținută în poziția de repaus de arcul *13* care este fixat cu unul dintre capete pe o placă fixă în punctul *15* și cu celălalt capăt pe furcă în punctul *14*. Partea superioară a crestăturii furcii este izolată cu izolatorul *12*.

În poziția desenată din figură curentul este întrerupt. Dacă se deplasează furca în sus se stabilește contactul între aripa furcii de jos (neizolată) *16* și contactul *10* al lamei *2*. În acest moment electromagnetul atrage armătura care deplasează și furca de jos. Datorită inerției mecanice, furca se va deplasa în continuare și va întrerupe curentul, după care ambele, armătura și furca, se vor deplasa împreună în sus și ciclul poate reîncepe.

Caracteristic acestui contactor este faptul că în timpul deplasării în jos, între suprafețele de contact există o mișcare relativă și, datorită frecării, contactele se curăță; închiderea și deschiderea contactului se fac pe suprafețe diferite, ceea ce este foarte avantajos, deoarece scînteia care apare la deschiderea contactului nu deteriorează contactele pe porțiunea unde ele se întîlnesc la închidere. În afară de aceasta, deschiderea contactului se face brusc astfel încît se reduc mult scînteile.

Acest tip de contactor are însă dezavantajul că pentru comanda lui se consumă o forță oarecare de la mecanismul de ceasornic.

O siguranță mai mare în exploatare o prezintă contactorul din figura 295. Greutatea *1* rotește roata de antrenare *2* în direcția săgeții. Pe circumferința roții este montat contactul *3*. În timpul funcționării ceasornicului acest contact se apropie de celălalt contact *4* montat pe armătura oscilantă *5* a electromagnetului. În momentul cînd contactele se ating, se închide circuitul prin bobinele *6* ale electromagnetului și electromagnetul rotește armătura. Prin această mișcare bruscă, contactul *3* împreună cu roata *2* sînt împinse înapoi (în sens contrar săgeții), greutatea *1* se ridică, iar clichetul *7* alunecă peste dinți. Datorită inerției, roata *2* se rotește mai departe și deschide contactul. În acest moment electromagnetul eliberează armătura, care se va roti în poziția inițială (desenată) datorită arcului *8*.

La acest sistem, în timp ce contactele sînt închise, ele sînt puternic presate și astfel se reduce rezistența de contact.

Acest contactor este frecvent folosit la armarea ceasornicelor de perete și a ceasornicelor principale. Uneori în locul greutății *1* se folosește un arc spiral sau o greutate sub formă de braț excentric (fig. 296).

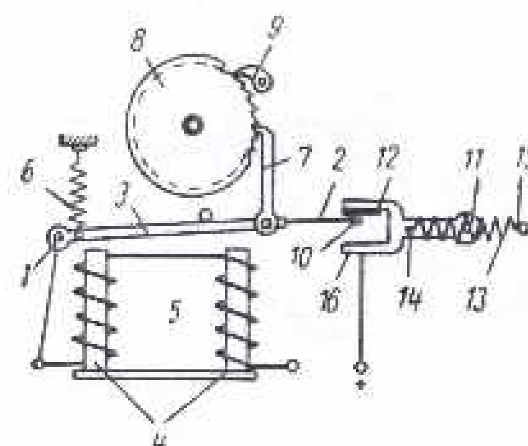


Fig. 294. Dispozitiv de armare cu contactor oscilant.

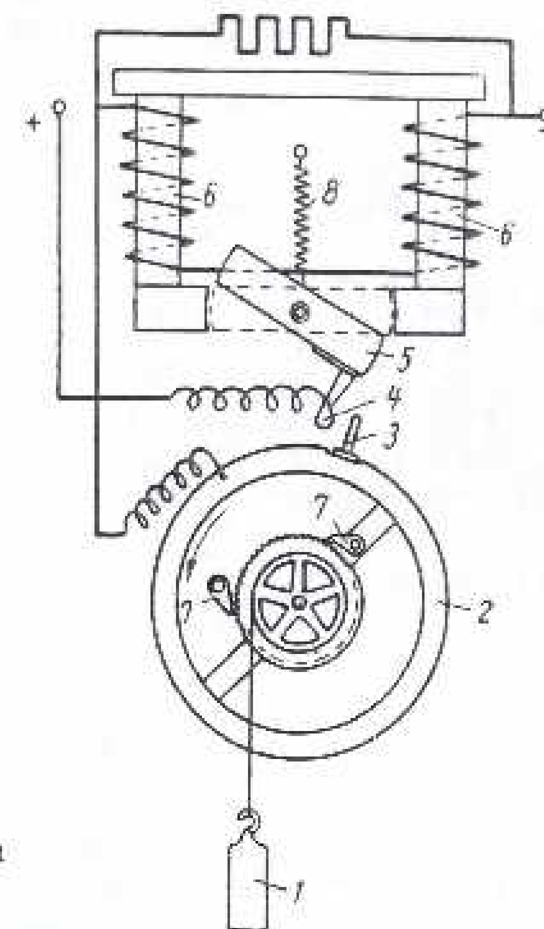


Fig. 295. Dispozitiv de armare cu contactor rotativ.

În aceste cazuri forța fiind mică, dispozitivul acționează direct asupra axului minutar sau chiar asupra axului intermediar. Bineînțeles frecvența armărilor va fi cu mult mai mare.

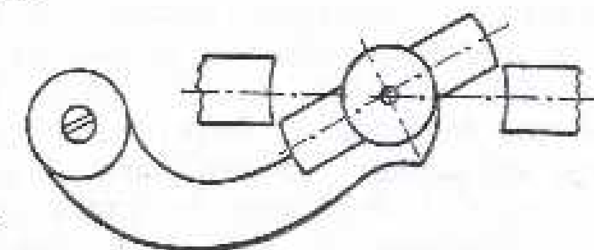


Fig. 296. Braț excentric pentru armare.

2. Sisteme de armare cu electromagnet

a. **Armarea cu curent continuu.** Construcția unui ceasornic armat electric de la o baterie este reprezentată în figura 297. Bateria *4* de 1,5 V este montată între contactele *2* și *3*. În figură s-au însemnat cu semnul plus (+) și minus (—) toate piesele care sînt în contact cu polul pozitiv respectiv negativ. Întregul mecanism de armare este montat pe suportul schelet *1* și introdus într-o carcasă din material plastic *5*.

Electromagnetul *8* cu miezul de fier *6* este introdus într-o cutie cilindrică *9* închisă la un capăt de armătura basculantă *7*. Această armă-

tură este legată prin înfășurarea electromagnetului de polul pozitiv al bateriei și este prevăzută la capăt cu un contact de argint *10*. Celălalt contact *12*, legat la polul negativ, este montat pe caseta *11*. În interiorul casetei de dimensiuni mari este montat arcul motor *13*.

În timpul funcționării ceasornicului caseta se rotește în direcția săgeții pînă cînd atinge contactul *10*. Circuitul electric fiind închis, armă-

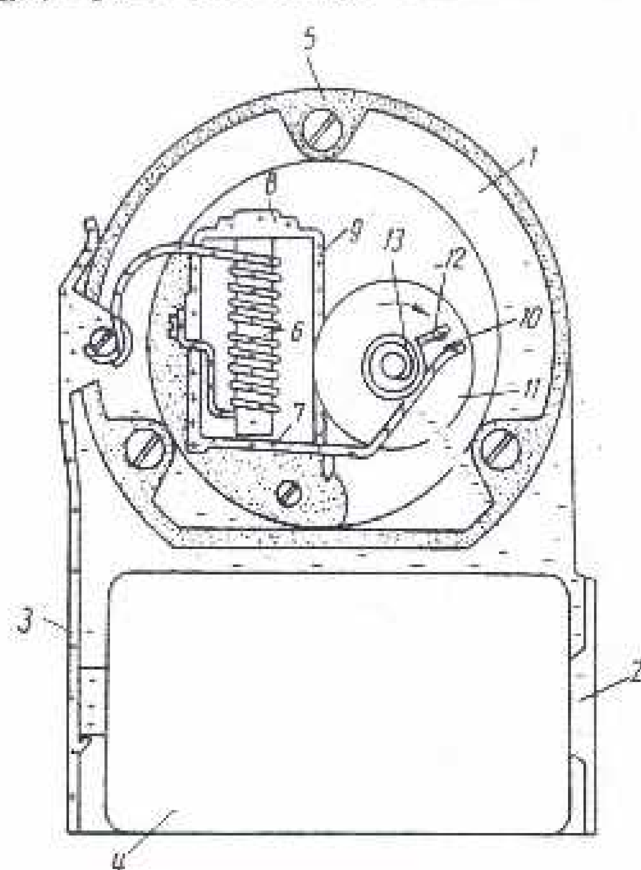


Fig. 297. Ceasornic cu baterie și electromagnet.

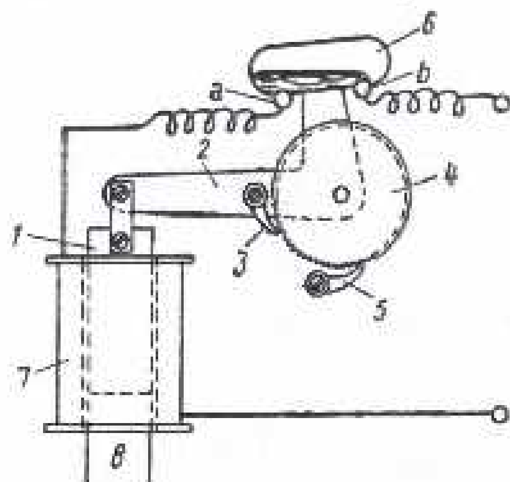


Fig. 298. Dispozitiv de armare cu braț basculant.

tura *7* va fi atrasă și ea împinge caseta înapoi înfășurînd arcul motor. Datorită inerției casetei, acesta se rotește mai departe întrerupînd contactul. Armătura *7* nemaifiind atrasă, cade sub greutatea proprie.

La acest ceasornic contactul se realizează într-un singur punct, dar în timpul rotirii cele două contacte alunecă puțin. Forța de apăsare a contactelor este realizată de forța electromagnetului și a arcului motor. Întreruperea contactelor se realizează brusc. Durata armării este de 1/20 s și se repetă la 2—3 min. În timpul armării, mecanismul nu transmite energia regulatorului, dar nu se produc perturbări în funcționare deoarece timpul de armare este foarte scurt. Frecvența armărilor fiind mare, forța arcului motor este practic constantă. La început, cînd bateria este nouă, frecvența este mai redusă. Pe măsură ce bateria slăbește frecvența crește deoarece unghiul de rotație imprimat casetei se reduce. La fiecare armare se aude un mic sunet; cînd frecvența acestor sunete crește, bateria trebuie înlocuită.

b. **Armarea cu curent alternativ.** Pentru armarea ceasornicelor cu electromagnet se poate folosi și curentul alternativ, care are în general tensiuni mai ridicate (uneori tensiunea rețelei).

Un dispozitiv de armare cu curent alternativ este reprezentat în figura 298, la care contactorul este un întreruptor cu mercur.

Pe măsură ce ceasornicul merge, armătura *8* din fier trage sub greutatea proprie brațul *2* în jos. Legătura între armătură și braț se realizează cu o tijă *1* din material nemagnetic. Clichetul *3* fixat pe braț rotește roata *4*, iar întreruptorul *6* cu contactele *a* și *b* se înclină pînă cînd mercurul atinge contactul *a*. În acest moment prin bobina *7* circulă un curent și armătura *8* este trasă în sus (în interiorul bobinei), clichetul *3* alunecă peste dinți și întreruptorul se înclină înapoi pînă cînd mercurul părăsește contactul *a* cînd se întrerupe curentul.

Acest dispozitiv se numește dispozitiv de armare cu braț basculant.

Un alt dispozitiv frecvent utilizat este reprezentat în figura 299, *a*. Se compune din două bobine *1* și *2* montate pe un miez *3* format din tole în formă de potcoavă. Cele două bobine sînt legate în serie prin intermediul contactorului format din știftul *13* și brațul *11*. Știftul *13* este montat pe clichetul *6*, care este apăsat de arcul *7*, ambele montate pe armătura mobilă *4*. Asupra roții de clichet *5* care transmite mișcarea la arcul motor mai acționează clichetul *9* cu arcul său *10*. Brațul *11* apăsat de arcul *12*, este montat pe același bolț cu clichetul *9* și se poate sprijini pe acesta cu tamponul *14*.

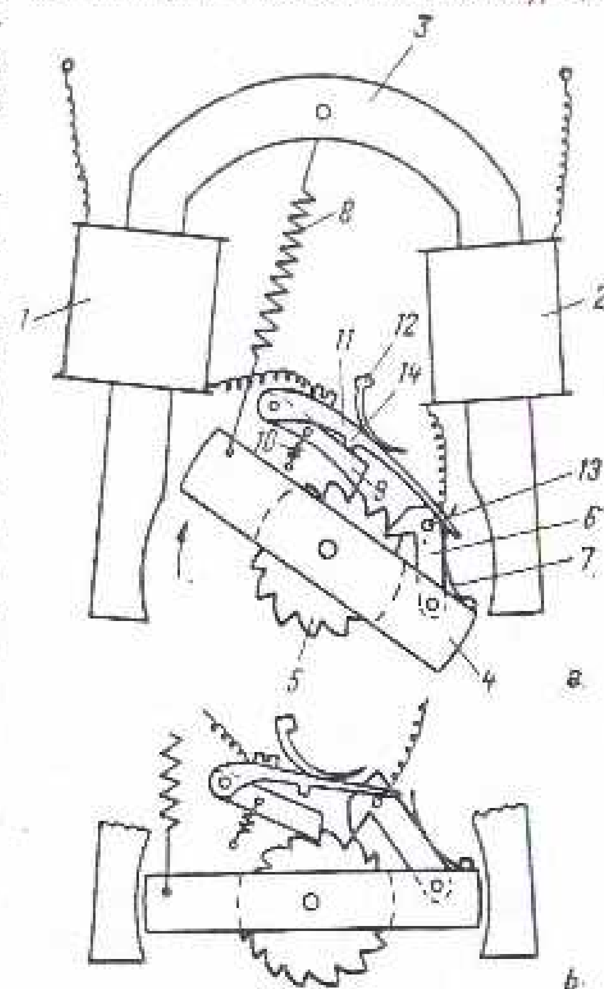


Fig. 299. Dispozitiv de armare cu electromagnet și armătură mobilă.

În timpul funcționării ceasornicului, armătura *4* se rotește în sensul săgeții, fiind trasă de arcul elicoidal *8* pînă cînd clichetul *9* cade de pe vîrful dintelui. În acest moment brațul *11* cade pe știftul *13* și închide circuitul electric. Armătura mobilă se va roti în sensul invers celui indicat de săgeată pînă cînd clichetul *6* cade de pe vîrful dintelui (fig. 299, *b*). În acest moment circuitul electric se va întrerupe deoarece știftul *13* va cădea mai mult decît brațul *11*, care se va tampona de clichetul *9*.

C. ARMAREA CEASORNICELOR CU MOTOR ELECTRIC

Armarea cu motor electric este folosită la foarte multe tipuri de ceasornice. Mecanismul de mers al ceasornicului, în timpul funcționării, închide într-o poziție determinată, un circuit electric cu ajutorul

unui contactor. În circuitul electric este intercalat un motoraș care, printr-un angrenaj melcat, transmite mișcarea la arcul motor al ceasornicului. Într-o altă poziție determinată, se întrerupe circuitul și armarea încetează.

Armarea cu motoraș are avantajul că și în timpul armării se transmite energie la regulator, iar contactorul se uzează mai puțin deoarece frecvența armărilor este mai redusă decît în cazul armării cu electromagnet. De asemenea zgomotul produs este redus.

Dezavantajul sistemului este prețul de cost mai ridicat.

Pentru armare se folosesc fie motoare de curent continuu, alimentate în general de la baterii, fie motoare de curent alternativ alimentate de la rețea.

1. Armarea cu motor de curent continuu

Construcția unui dispozitiv de armare des utilizat cu baterie și motor de curent continuu este reprezentată în figura 300. Motorul 7 cu o turație de 2 000 rot/min este închis într-o cutie. Axul său se termină cu un melc 8, care angrenează cu o roată melcată 4 din material plastic pentru reducerea frecărilor.

Deoarece angrenajul melc-roată melcată este ireversibil, la dispozitivele care folosesc acest angrenaj nu mai este necesar mecanismul cu clichet de pe axul motor.

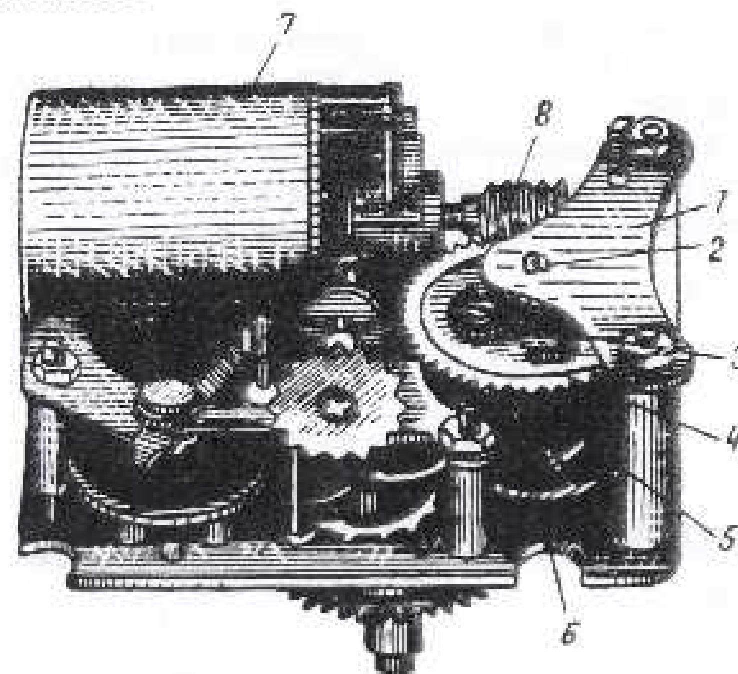


Fig. 300. Armare cu motor de curent continuu.

Dispozitivul de armare se compune din podul 1 în care este presat un lagăr 2 pentru axul motor. Pe ax sînt montate în ordine discul de comandă 3 care închide și deschide contactorul, roata melcată 4, arcul motor 5 și roata motoare 6. De remarcat că arcul motor este un arc elicoidal cilindric, care are avantajele că nu trebuie uns și că nu se produc frecări între spire; de aceea el se desfășoară lin fără salturi.

Frecvența armării la acest dispozitiv este din opt în opt minute, iar durata unei armări variază între 1 s cînd bateria este nouă și 2,5 s cînd bateria este uzată. Tensiunea bateriei este de 1,5 V.

Procesul armării este reprezentat în figura 301 și se desfășoară în felul următor.

La sfîrșitul perioadei de desfășurare a arcului limba limitatoare 7 (fig. 301, a), care se rotește împreună cu roata motoare 6 în sensul indicat prin săgeată, atinge știftul 8 montat pe discul de comandă 3 și antrenează știftul pînă cînd iese de sub brațul declanșator 9 (fig. 301, b). Acesta cade și împreună cu ei tija 10 și lamelele 11 vin în contact cu colectorul 2 și închid circuitul. Motorul 1 începe să se rotească și să antreneze roata melcată 4 în direcția săgeții. La început discul de comandă stă nemișcat, pînă cînd fundul canalului circular din roata melcată începe să antreneze știftul 8. Această mișcare va continua pînă cînd știftul intră sub brațul declanșator, îl ridică împreună cu periile și întrerupe circuitul. Motorul mai face cîteva rotații și se oprește.

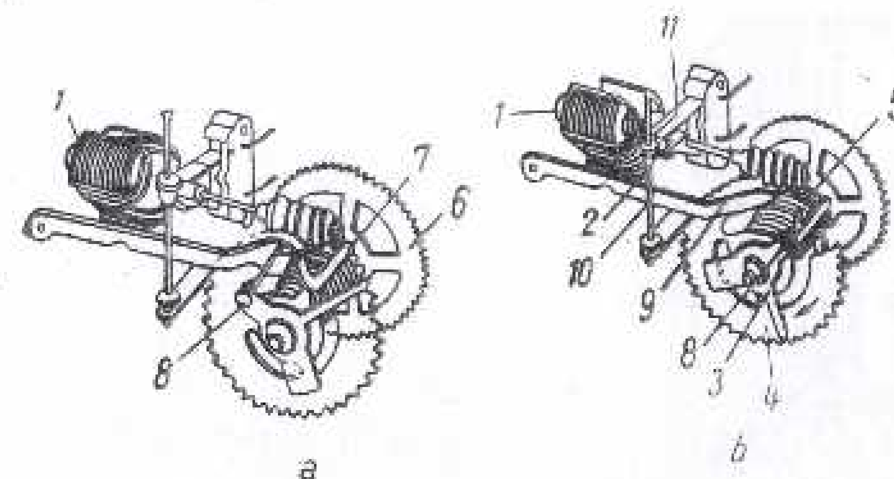


Fig. 301. Dispozitivul de armare cu motor.

Dispozitivul de armare mai este prevăzut cu un mecanism care indică gradul de încărcare a bateriei în funcție de numărul de rotații ale motorului după întreruperea circuitului. Cu cît tensiunea bateriei este mai mare cu atît motorul va face mai multe rotații pînă la oprire după întreruperea curentului.

Un tip de ceasornic la care oprirea și pornirea motorului se fac în alt mod este reprezentat în figura 302, iar dispozitivul său de contact în figura 303. Motorașul 1 (fig. 302) care antrenează dispozitivul de armare are un rotor cu un joc axial de 0,8 mm. Axul rotorului este prevăzut la capăt cu un melc 2 care angrenează cu o roată melcată 3 pe al cărei ax sînt montate discul de declanșare 5, arcul motor și roata motoare.

Pornirea și oprirea motorului se fac prin deplasarea axială a rotorului astfel încît discul colectorului intră și iese de sub lamelele colectoare.

În poziția „pornit" asupra rotorului acționează forța magnetică a statorului care are un astfel de sens încît să mențină rotorul în poziția pornit. Tot în același sens acționează și forța arcului brațului declanșa-

tor *4*, iar în sens contrar forța arcului motor, care se manifestă în angrenajul melcat.

În timpul desfășurării arcului motor roata melcată stă nemișcată, iar roata motoare prevăzută cu știftul declanșator *6* se rotește încet. La un moment dat știftul de declanșare atinge discul de comandă, respectiv limba îndoită *7* a acestuia (fig. 303) și antrenează discul pînă cînd unul

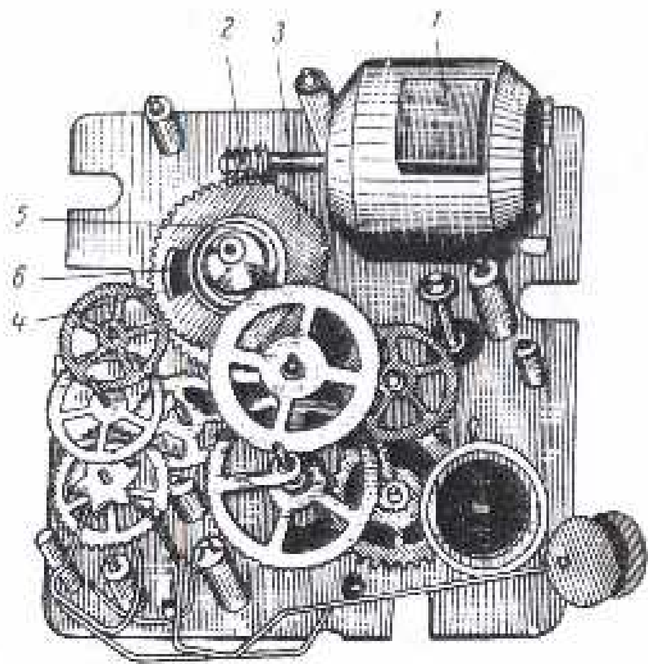


Fig. 302. Ceasornic armat cu motor de curent continuu.

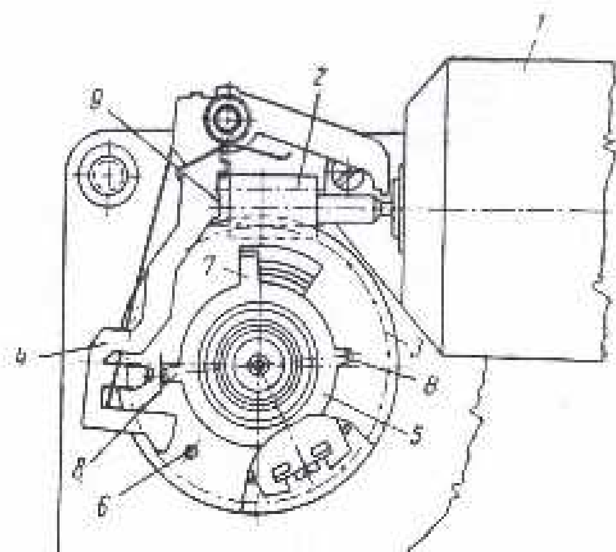


Fig. 303. Dispozitivul de contact.

din limitatoarele *8* ale discului alunecă sub brațul declanșator *4* și, cu ajutorul tamponului *9*, împinge rotorul înăuntru. În acest moment motorul începe să funcționeze și forța magnetică care apare va acționa în sensul menținerii contactului. În timpul armării, discul de comandă se rotește foarte încet, antrenat fiind în continuare de roata motoare, în timp ce roata melcată se rotește mult mai repede. După o jumătate de rotație, roata melcată începe să antreneze discul de comandă și limitatorul *8* eliberează brațul declanșator, iar forța angrenajului melcat (determinată de tensiunea arcului motor) fiind mai mare decît forța de menținere magnetică deplasează rotorul și întrerupe contactul electric între lamelele și discul colectorului. Motorul se oprește.

2. Armarea cu motor de curent alternativ

Caracteristica tuturor sistemelor de armare cu motoare de curent continuu și cu electromagnet este contactorul care închide și deschide circuitul electric. Contactorul este organul cel mai sensibil al dispozitivelor electrice de armare și majoritatea defectelor în exploatare provin de aici. Dispozitivele fără contactoare sînt mai robuste, au siguranță mare în funcționare, dar au și dezavantajul foarte mare că nu se pot folosi decît în curent alternativ, fapt care le face inutilizabile în ceasornicele portabile.

Motorul de curent alternativ cel mai des utilizat este motorul cu disc de aluminiu și pol ecranat. Acesta are turația și momentul redus și funcționează fără zgomot. Datorită momentului mic produs de motor, între acesta și axul motor se interpune un reductor cu un raport mare de demultiplicare, realizat cu un angrenaj melc-roată melcată.

La ceasornicele mai puțin pretențioase nu se prevede un dispozitiv pentru limitarea armării. În acest caz cînd arcul motor este complet armat, discul motorului se oprește iar forța suplimentară transmisă de motor eșapamentului nu influențează mersul.

Toate ceasornicele echipate cu motoare de curent alternativ se construiesc cu rezervă de mers, pentru ca o eventuală întrerupere de curent de cîteva ore să nu influențeze buna funcționare a ceasornicelor.

Ceasornicele foarte precise sînt prevăzute cu dispozitive pentru limitarea armării. Aceste dispozitive (de construcție foarte variată) decuplează mecanic motorul care continuă să se rotească în gol pînă cînd va fi din nou cuplat.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se clasifică ceasornicele electrice?
2. Ce se înțelege prin ceasornic cu rezervă de mers?
3. Care sînt părțile principale ale dispozitivului de armare cu electromagnet?
4. Cum funcționează contactorul cu lamelă și furcă?
5. Cum funcționează dispozitivul de armare cu electromagnet alimentat de la o baterie?
6. Cum funcționează dispozitivul de armare cu braț basculant?
7. Care sînt avantajele dispozitivelor de armare cu motor electric?
8. Care dispozitive de armare nu au nevoie de contactor și de ce?

CAPITOLUL II

CEASORNICE ELECTRICE CU ACȚIONARE DIRECTĂ

La ceasornicele cu acționare directă, energie se transmite din exterior direct regulatorului.

Pentru ca regulatorul să funcționeze corect (să-și păstreze izocronismul) impulsurile de energie date regulatorului trebuie să rămînă constante ca mărime și frecvență, iar frînarea regulatorului datorită transmiterii mișcării la indicatoare trebuie să fie minimă.

Pentru a se respecta condția de frecvență, impulsurile sînt comandate chiar de regulator prin intermediul unui contactor sau al unui circuit electric cu transistoare.

La ceasornicele cu contactor, contactele sînt elementele cele mai sensibile. Ele fiind comandate de regulator, forța de apăsare este foarte mică și de aceea nu este admisă oxidarea sau murdărirea contactelor. Frecvența întreruperilor fiind foarte mare (7 200 întreruperi pe oră la un pendul de 1/2 s), nu este admisă nici apariția de scîntei care ar deteriora repede contactele.

Datorită acestor factori, relativ puține sisteme au dat rezultate bune în exploatare.

A. MECANISME CU CONTACTOARE

1. Ceasornice cu pendul

În figura 304 s-a reprezentat schema unui ceasornic electric cu acțiune directă cu contactor.

Ceasornicul funcționează după următorul principiu: în momentul în care viteza pendulului este maximă el închide un contact electric iar electromagnetul îi va da un impuls corespunzător energiei pierdute în timpul unei oscilații.

Pendulul *1* cu tijă din invar este suspendat cu un arculeț ca și pendulul ceasornicelor mecanice. În loc de greutate pendulul este prevăzut cu un magnet permanent *2* cu secțiune circulară îndoit sub forma unui arc de cerc. Polul nord al magnetului poate intra în timpul oscilației în interiorul bobinei *4* fixată pe suportul *3*. Impulsul se transmite pendulului cînd acesta se mișcă de la dreapta spre stînga (bobina atrage magnetul). Împreună cu pendulul oscilează și antrenorul *5* care, la fiecare oscilație, va roti roata de clichet *6* cu un dinte. Această mișcare este transmisă mecanismului indicatoarelor. Roata de clichet mai are rolul de a comanda brațul *7* care se poate roti în jurul punctului *8* și pe care este fixat contactul de platină *9*. Cînd brațul *7* urcă panta dintelui roții de clichet, contactul *9* atinge lama *10* de aur și închide circuitul electric. Cînd brațul cade de pe vîrful dintelui, contactul se întrerupe. Mecanismul este astfel reglat încît contactul să se închidă cu 1/10 s înainte de poziția de echilibru a pendulului și să rămînă închis 1/50 s. În restul perioadei pendulul oscilează liber.

Curentul electric pornește de la polul pozitiv al bateriei printr-un conductor izolat, ajunge la șurubul *11* și prin cele două contacte *10* și *9* la masa *3*. Un capăt al bobinei este legat la masă, iar celălalt la polul negativ al bobinei.

Unele tipuri de ceasornice mai recente sînt prevăzute cu o cutie metalică *12* asemănătoare ca formă cu bobina *4* (din motive de simetrie) în care intră polul sud al magnetului în timpul oscilației producînd un cîmp

magnetic variabil. Din această cauză în cutie apar curenți care vor fi cu atît mai mari cu cît elongația pendulului va fi mai mare. Curenții din cutie produc un cîmp magnetic care frînează pendulul menținînd astfel amplitudinea constantă.

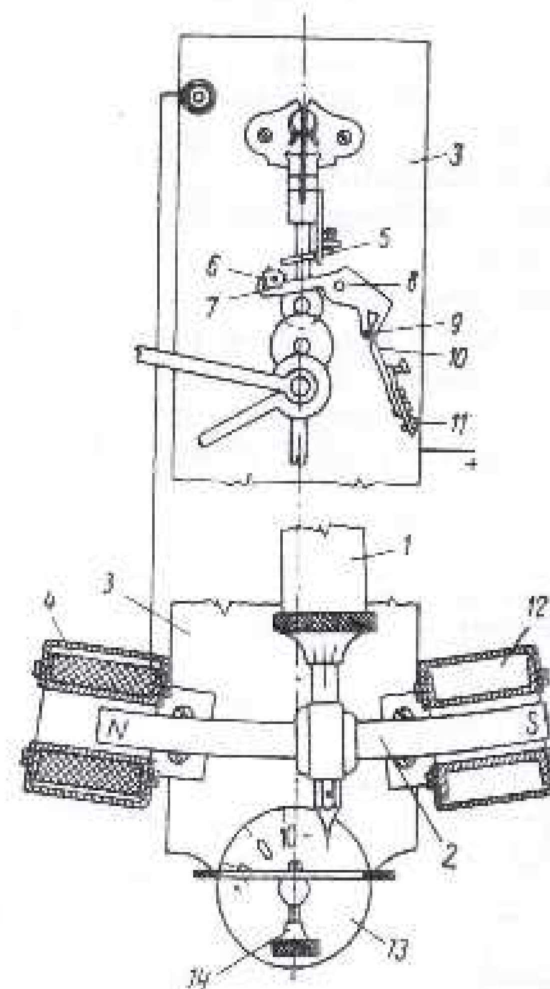


Fig. 304. Ceasornic cu pendul tip ancoră cu acționarea electrică a pendulului.

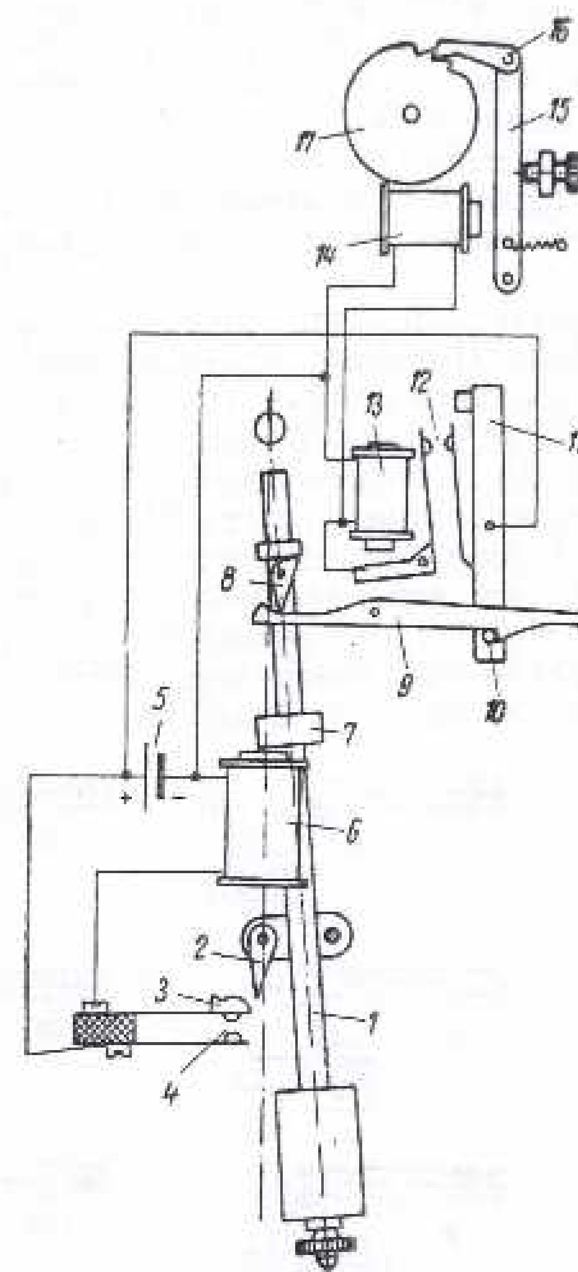


Fig. 305. Ceasornic cu pendul cu acționarea electrică a indicatoarelor.

La cele mai moderne ceasornice cu acest sistem se mai montează un disc magnetic *13* prin a cărui rotire se poate regla mersul între limitele ±10 s/24 h. Diferențele mai mari se reglează prin înșurubarea greutății *1* de pe tija pendulului. Șurubul *14* are rolul de a bloca pendulul în timpul transportului.

Un alt tip de ceasornic cu pendul este reprezentat în figura 305. La acesta, mișcarea de la pendul la mecanismul indicatoarelor se transmite pe cale electrică, și de aceea el poate fi folosit pentru a comanda mai multe ceasornice secundare.

Pendulul *1*, suspendat în mod obişnuit, antrenează şi pîrghia oscilantă *2*.

În deplasarea sa de la dreapta spre stînga, dacă amplitudinea pendulului este suficient de mare, această pîrghie alunecă în ambele sensuri peste cama *3*, montată pe un arc elastic. Dacă amplitudinea scade, pîrghia se agaţă de umărul camei, iar la întoarcerea pendulului ea apasă cama în jos, închizîndu-se contactul *4*.

Fazele succesive de funcţionare a unui astfel de contactor sînt reprezentate în figura 306. În această figură pîrghia oscilantă *2* este acţionată de contactul mobil, iar braţul de comandă *1* este fixat de tija pendulului.

În momentul în care se închide circuitul electric, bobina *6* (v. fig. 305) fiind alimentată de acumulatorul *5*, va respinge magnetul *7* montat pe tija pendulului. Cînd acumulatorul este încărcat, numai după 6—7 oscilaţii se închide circuitul. Cu cît tensiunea acumulatorului scade cu atît mai des se face contactul, iar cînd se ajunge ca la fiecare oscilaţie să se închidă contactul, acumulatorul trebuie încărcat.

Spre deosebire de ceasornicul descris anterior, antrenarea indicatoarelor se face prin intermediul curentului electric. În acest scop pe partea superioară a tijei pendulului este montată o limbă *8* care poate oscila numai într-un singur sens. Astfel cînd pendulul va oscila de la dreapta spre stînga ea va apăsa pîrghia *9*, iar aceasta va elibera ştiftul

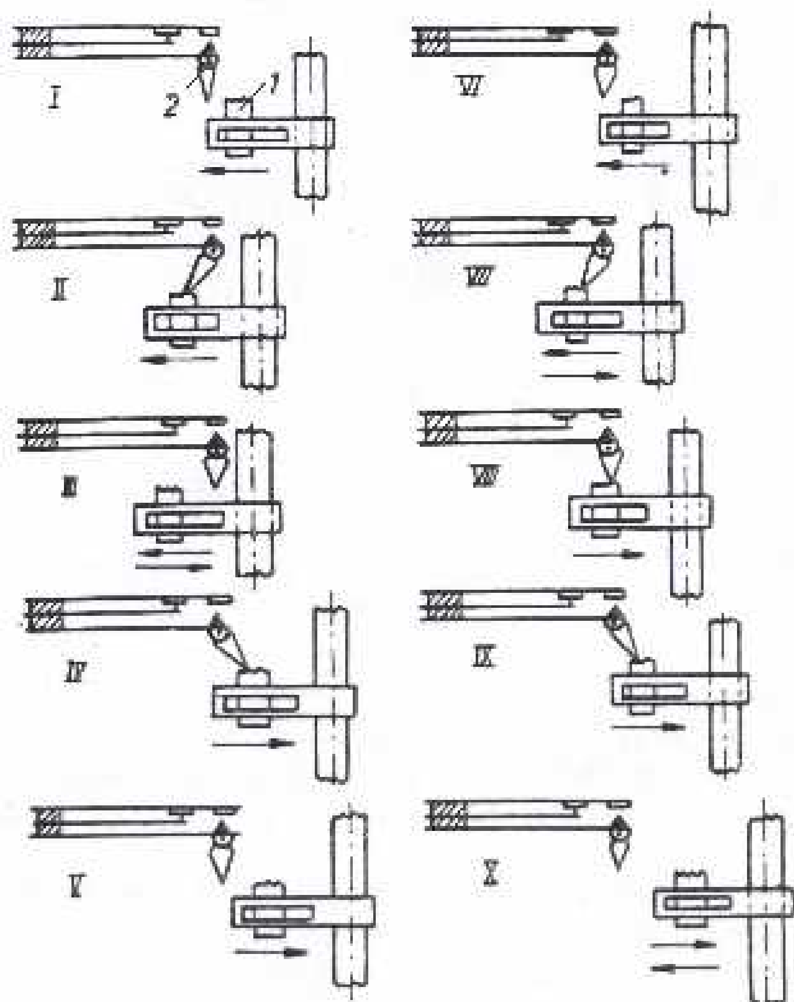


Fig. 306. Fazele de lucru ale contactorului.

10 montat pe braţul *11* care va cădea sub greutatea proprie şi va închide contactul *12*. Electromagnetul *13* va atrage armătura basculantă care va împinge braţul *11* înapoi şi acesta se va zăvorî din nou cu ştiftul *10*.

În paralel cu electromagnetul *13* este legat electromagnetul *14* care în momentul închiderii circuitului atrage armătura *15* pe care este montat clichetul *16*. Acesta roteşte cu un dinte roata clichet *17* care este montată pe axul indicatorului secundar.

2. Ceasornice cu balansier

Ca şi ceasornicele mecanice, ceasornicele electrice cu balansier au avantajul că sînt portabile şi au dimensiuni mai mici.

În figura 307 s-a reprezentat un ceasornic cu acţiune directă cu balansier. Se compune dintr-un electromagnet *1* în al cărui întrefier se poate roti rotorul de fier *3*, montat ridig pe axul regulatorului *4*. Pe acelaşi ax sînt montate roata oscilatoare *5* şi arcul spiral *6* care împreună formează sistemul de oscilaţie al regulatorului, etalonat pentru o frecvenţă bine determinată.

Contactul electric se formează între arcul *7* (care este izolat de masă cu rondela *8* şi legat la bobina *2* a electromagnetului) şi planul înclinat *9*, montat pe axul regulatorului şi legat de polul pozitiv al bateriei.

Contactul *9* este înclinat la 45° şi cînd ajunge în dreptul arcului *7* îl apasă în jos asigurînd astfel presiunea de contact. Cît timp contactul este închis, electromagnetul va da rotorului un impuls de energie. Regulatorul rotindu-se mai departe, arcul ajunge la capătul planului înclinat şi scapă

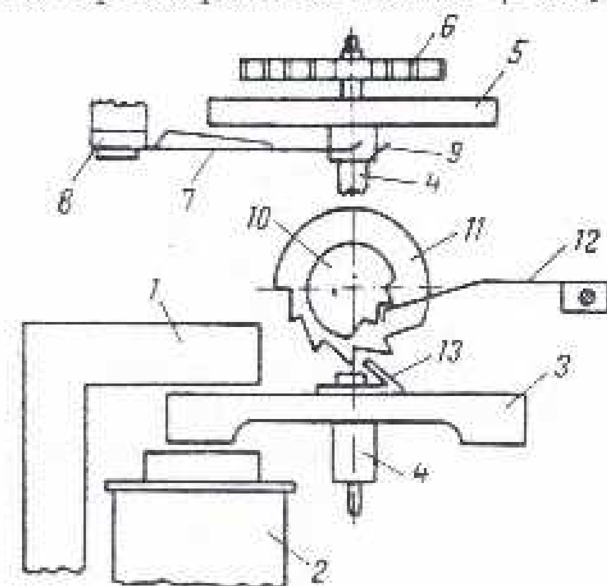


Fig. 307. Ceasornic cu balansier şi contact.

ridicîndu-se şi, prin aceasta, întrerupe circuitul electric. La întoarcere, planul înclinat va atinge puţin arcul *7* pe care îl va împinge în sus cu partea sa superioară, izolată.

Mecanismul indicatoarelor este antrenat printr-un ax de transmisie pe care sînt montate roata de clichet *11* şi roata de poziţionare *10*, poziţionată de arcul *12*. La fiecare oscilaţie a regulatorului, într-un sens, arcul *13* antrenează roata de clichet, iar în sens comtrar el se îndoaie trecînd peste dinţi.

B. MECANISME FĂRĂ CONTACTOARE (CU TRANZISTOARE)

Mecanismele cu tranzistoare elimină contactorul, organul cel mai sensibil al ceasornicelor electrice. Antrenarea indicatoarelor se face în același mod ca la mecanismele cu contactoare. Prin faptul că regulatorul nu mai comandă contactorul, frînarea acestuia va fi mult mai redusă, astfel încît o baterie poate alimenta ceasornicul timp de mai mulți ani. Forța necesară pentru antrenarea indicatoarelor este mai mică decît cea pentru comanda contactorului.

1. Ceasornice cu pendul

Principiul de funcționare a unui ceasornic cu pendul și tranzistor se poate urmări pe figura 308. Se folosește proprietatea de blocare a tranzistorului; astfel dacă baza (*B*) are un potențial pozitiv, prin circuitul emitor (*E*)-colector (*C*) nu va trece curent. Această situație corespunde cu cea a contactorului cu contactele îndepărtate. Dacă bazei i se aplică o tensiune negativă, prin circuitul emitor-colector va trece un curent corespunzător contactelor închise ale contactorului.

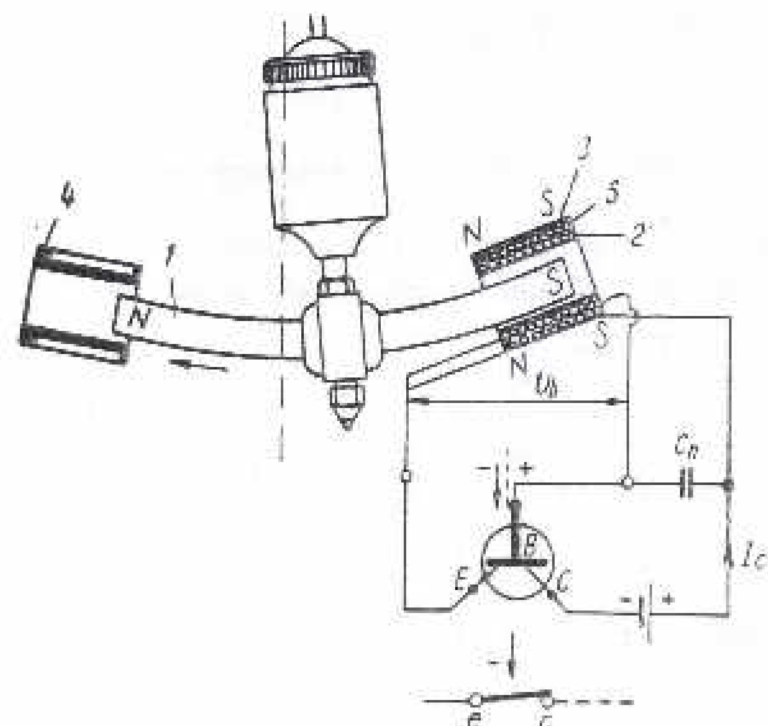


Fig. 308. Ceasornic cu pendul și tranzistor.

În serie cu emitorul și colectorul se leagă o baterie de alimentare și bobina de lucru *3*. În circuitul bază-emitor se leagă bobina de comandă (excitație) *2*. Cele două circuite sînt cuplate capacitiv prin condensatorul C_n.

La capătul tijei pendulului se montează un magnet permanent cu secțiunea circulară curbat după un arc de cerc. Cele două bobine *2* și *3* sînt așezate concentric și în interiorul lor poate intra polul sud al magnetului permanent *1*. Dacă pendulul se deplasează spre dreapta, în bobina de comandă se induce o tensiune electromotoare care are o astfel de polaritate încît baza va fi încărcată pozitiv și tranzistorul rămîne blocat. Dacă pendulul se întoarce, polaritatea tensiunii electromotoare induse în bobina de comandă se schimbă, baza devine negativă, tranzistorul se deblochează și prin circuitul bobinei de lucru va trece un curent furnizat de baterie a cărui tensiune este amplificată de tranzistor. Cîmpul magnetic creat de bobina de lucru va împinge pendulul spre stînga pînă cînd polul sud iese din bobină. Pe măsură ce magnetul iese, tensiunea indusă în bobina de comandă scade și, o dată cu ea, scade și negativarea bazei și curentul în bobina de lucru se întrerupe. Cu ajutorul condensatorului C_n tensiunea la bază se stabilește astfel ca atunci cînd bobina de comandă nu transmite un potențial negativ la bază, tranzistorul să fie blocat. Cînd pendulul se deplasează de la stînga spre dreapta blocajul devine și mai puternic.

Unghiul de oscilație al pendulului depinde de proprietățile tranzistorului (amplificarea tensiunii), de temperatura acestuia, de bobina de lucru și de magnetul permanent.

Prin dimensionarea corespunzătoare a acestor elemente, se poate ajunge la o precizie de ± 2 s/24 h.

Pentru uniformizarea oscilațiilor se montează bobina *4* și inelul conductor *5* pe bobina *3* în care se induc curenți care frînează oscilațiile mari.

Dezavantajul ceasornicelor cu tranzistoare constă în faptul că cîmpurile magnetice puternice magnetizează piesele din fier ale ceasornicului necesitînd o reglare suplimentară în exploatare.

2. Ceasornice cu balansier

Principiul de funcționare este același cu cel descris la ceasornicele cu pendul.

Ceasornicele cu balansier și tranzistoare (fig. 309) se compun în general din următoarele părți principale:

— regulatorul, comandat de tranzistoare;
— blocul electronic;
— mecanismul de transmisie;
— sursa de energie electrică (baterie).

Regulatorul (fig. 310) se compune din două discuri de fier *1* și *2* pe care sînt montați doi magneți *3* și *4* de formă cilindrică. Cele două discuri sînt echilibrate cu două greutăți metalice nemagnetice *5* și *6* fixate prin nituire. Pe axul *8* al regulatorului se montează și arcul spiral *7*. Masa regulatorului fiind relativ mare, frecvența lui de oscilație este redusă (120 oscilații pe minut).

Pentru a se reduce frecările în lagăre, axul regulatorului este montat în poziție verticală și așezat pe pietre (cu gaură și de acoperire) montate în șuruburile *11* și *12*. Pentru a se reduce forța de apăsare pe lagărul inferior, se montează magnetul permanent *9*, iar deasupra lui, pe ax, magnetul *10*. Forța de respingere dintre acești magneți va anihila aproape complet greutatea regulatorului.

Pe partea inferioară a axului balansierului este montat discul de comandă *13* care transmite mișcarea de oscilație roții de cuplare *14* pe al cărei ax este montată roata clichet *16*, asigurată de clichetul *15*.

Blocul electronic (fig. 311) poate fi demontat separat, el formînd o unitate separată în ceasornic. El se compune din bobina de comandă *17*,

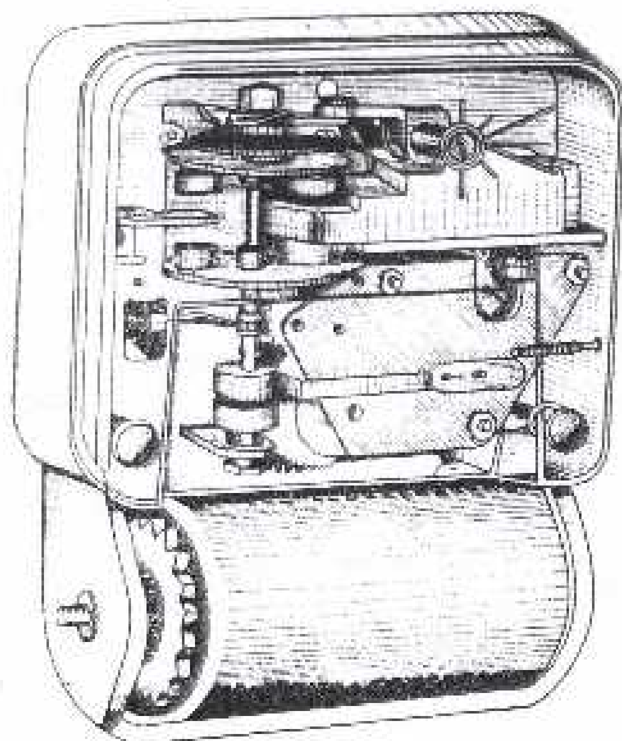


Fig. 309. Ceasornic cu balansier și tranzistor.

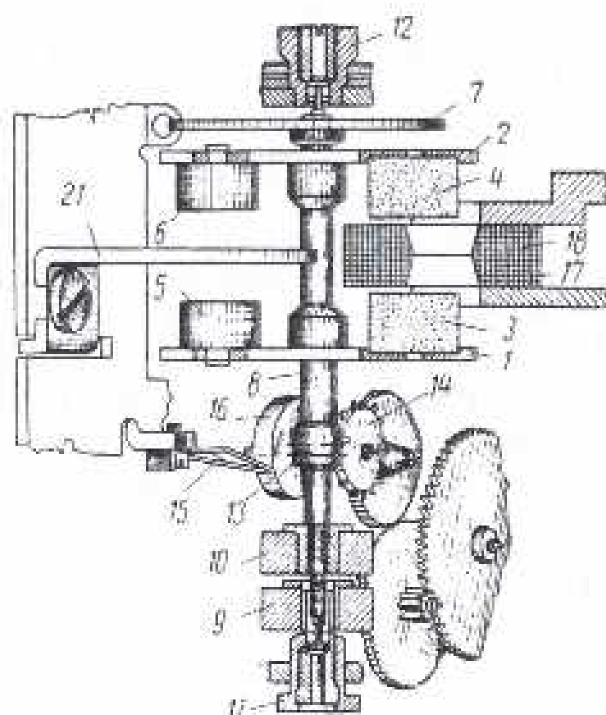
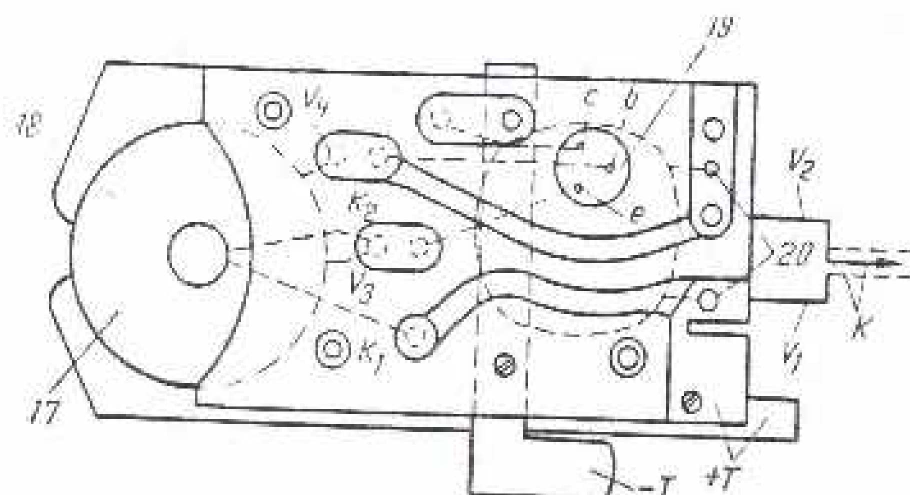


Fig. 310. Regulator.



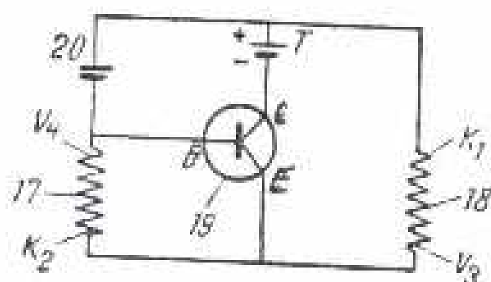


Fig. 311. Bloc electronic.

bobina de lucru *18*, tranzistorul *19* și condensatorul *20*. Toate aceste elemente, cu legăturile aferente, sînt montate pe o placă din material plastic sau textolit și acoperite cu un capac din material plastic transparent.

Magneții *3* și *4* (v. fig. 310) sînt astfel amplasați pe regulator încît atunci cînd acesta se află în stare de repaus el să fie chiar deasupra bobinelor.

Deschiderea și închiderea circuitului electric al bobinei de lucru de către tranzistor se face în același fel ca la ceasornicul cu pendul. Și în acest caz impulsul se transmite balansierului într-un singur sens, în sensul opus tranzistorului care este blocat și regulatorul oscilează liber.

Discul din aluminiu *21* este o frînă cu curenți turbionari, pentru stabilizarea amplitudinii oscilațiilor regulatorului.

Alimentarea ceasornicelor se face cu o baterie de 1,5 V. Cînd aceasta este nouă, discul de aluminiu se pune în poziția medie care asigură astfel un unghi de oscilație de 220° în ambele sensuri. După ce tensiunea bateriei scade și amplitudinea oscilațiilor se micșorează, discul se scoate puțin de sub regulator și oscilația revine la normal.

Reglarea mersului se face ca și la ceasornicele mecanice cu ajutorul compasului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic cu acționare directă?
2. De cîte tipuri sînt ceasornicele cu acționare directă?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicului cu acționare directă cu pendul?
4. Care sînt părțile principale ale ceasornicului electric cu acționare directă cu balansier?
5. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor cu tranzistor?
6. Cum se stabilizează amplitudinile de oscilație la ceasornicele cu acționare directă?

CAPITOLUL III

CEASORNICE SINCRONE

Ceasornicele sincrone sînt cele mai vechi ceasornice electrice. Ele au apărut cu aproximativ 50 de ani în urmă.

Ceasornicele sincrone se bazează pe principiul rotirii sincrone (cu frecvența curentului) a unui motoraș de curent electric. Ele se compun dintr-un motor sincron și un mecanism de transmitere a mișcării la indicatoare.

Ceasornicele sincrone prezintă o serie de avantaje: se alimentează direct de la rețeaua de distribuție a energiei electrice, au preț de cost foarte scăzut, sînt robuste și au consum de energie foarte mic. Dar au și un dezavantaj foarte mare, că depind de frecvența curentului. Dacă aceasta nu rămîne constantă ceasornicele sincrone nu mai merg cu precizie.

După valoarea turației motorașului sincron, se deosebesc:

— ceasornice sincrone cu turație mică;

— ceasornice sincrone cu turație mare.

Primele (200—400 rot/min) sînt mai răspîndite deoarece au raportul de demultiplicare pînă la indicatoare mai mic și se pornesc mai ușor. Cele cu turație mare (3 000 rot/min) se folosesc mai rar deoarece se uzează mai repede și au nevoie de multe trepte pentru reducerea turației. Se folosesc de obicei cînd se cer cadrane și indicatoare mari, deoarece prin raportul mare de demultiplicare momentul transmis indicatoarelor crește mult.

După felul în care se face pornirea motorului, se deosebesc trei tipuri de ceasornice sincrone:

— cu pornire manuală;

— cu autopornire;

— cu autopornire și rezervă de mers.

Toate tipurile pot fi echipate cu motoare cu turații mari sau mici. La rețelele electrice la care întreruperea curentului se produce rar iar durata întreruperilor este de cîteva secunde se folosesc în condiții optime ceasornicele cu autopornire. La rețelele cu întreruperi rare de curent dar de durată mai mare (cîteva minute), ceasornicele cu autopornire nu sînt corespunzătoare deoarece, după întreruperea curentului, ele trebuie reglate. În aceste rețele se folosesc ceasornice cu pornire manuală, care se opresc la întreruperea curentului.

În locurile unde curentul se întrerupe pe un timp îndelungat (cîteva ore) sînt recomandate ceasornicele cu autopornire și cu rezervă de mers, care pot funcționa 8 h fără curent.

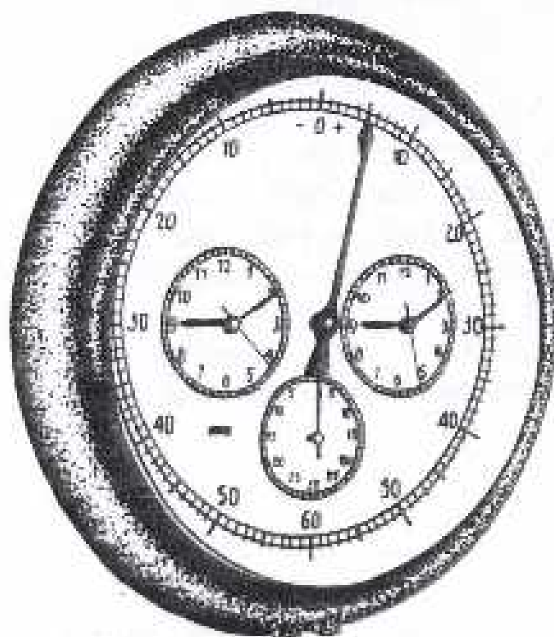


Fig. 312. Ceasornic pentru verificarea frecvenței.

Ceasornicele sincrone sînt ceasornice dependente, ele depinzînd de frecvența curentului din rețea.

Pentru a se menține frecvența constantă, centralele electrice sînt prevăzute cu ceasornice pentru verificarea frecvenței. După ele se reglează dispozitivele de comandă care mențin automat constantă turația generatoarelor.

În figura 312 este reprezentat un astfel de ceasornic. Pe cadranul din stînga se poate citi timpul legal. Indicatoarele acestui cadran sînt comandate de un ceasornic cu pendul de mare precizie.

Pe cadranul din dreapta se poate citi timpul indicat de un ceasornic sincron care este acționat de energia electronică produsă de centrală. Între cele două este montat un mecanism diferențial care acționează indicatorul central. Acesta indică diferențele pe cadranul mare, divizat de la 0 la 60, spre stînga (—) și spre dreapta (+). Diferențele ce depășesc un minut se pot citi pe cadranul din jos (ca la cronografe). Dacă generatorul va funcționa cu turația precisă, indicatorul central va vibra în zona diviziunii „0". Rectificarea preciziei se face periodic astfel încît ceasornicul sincron să meargă cît mai apropiat de ceasornicul etalon.

1. Ceasornice sincrone cu pornire manuală

La ceasornicele cu pornire manuală se folosește de obicei un motoraș cu mai mulți poli (9—15 perechi), deoarece pornirea manuală a motorului cu doi poli ($n = 3\,000$ rot/min) se realizează foarte greu. Pentru ca un motor sincron să pornească, el trebuie rotit pînă cînd turația lui ajunge la turația sincronă n_s $\left(n_s = \frac{60f}{p}\right)$.

Schema unui motor sincron este reprezentată în figura 313. Motorul sincron este format din bobina statorului *1*, miezul magnetic *2* din tole de oțel și rotorul *3*.

O secțiune printr-un rotor este reprezentată în figura 314. Axul rotorului *1* face corp comun cu pinionul *2*. Pe ax este fixat prin nituire rotorul *3*. Roata volant *5* este montată pe ax cu frecare cu ajutorul inelului distanțier *4*, arcului *6* și al rondelei presate *7*.

Pentru pornire (lansare), motorul este prevăzut cu un dispozitiv care se manevrează din exteriorul carcasei (fig. 315). Acesta se compune

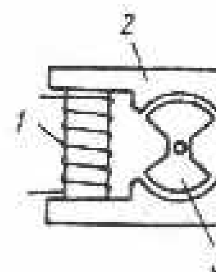


Fig. 313. Motor sincron.

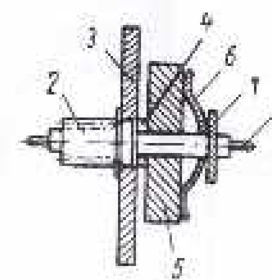


Fig. 314. Secțiune prin rotor.

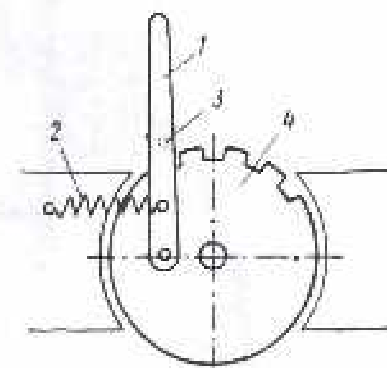


Fig. 315. Dispozitiv pentru pornirea motorului cu mai mulți poli.

dintr-o pîrghie *1*, articulată excentric față de rotorul *4*, și prevăzută cu un știft de antrenare *3* și cu un arc elicoidal *2*. La pornire, pîrghia se trage spre dreapta și știftul intră între polii rotorului. Cînd se eliberează pîrghia, arcul o trage brusc înapoi și știftul imprimă rotorului o anumită turație după care iese dintre polii rotorului.

În figura 316 este reprezentat un ceasornic sincron cu pornire manuală.

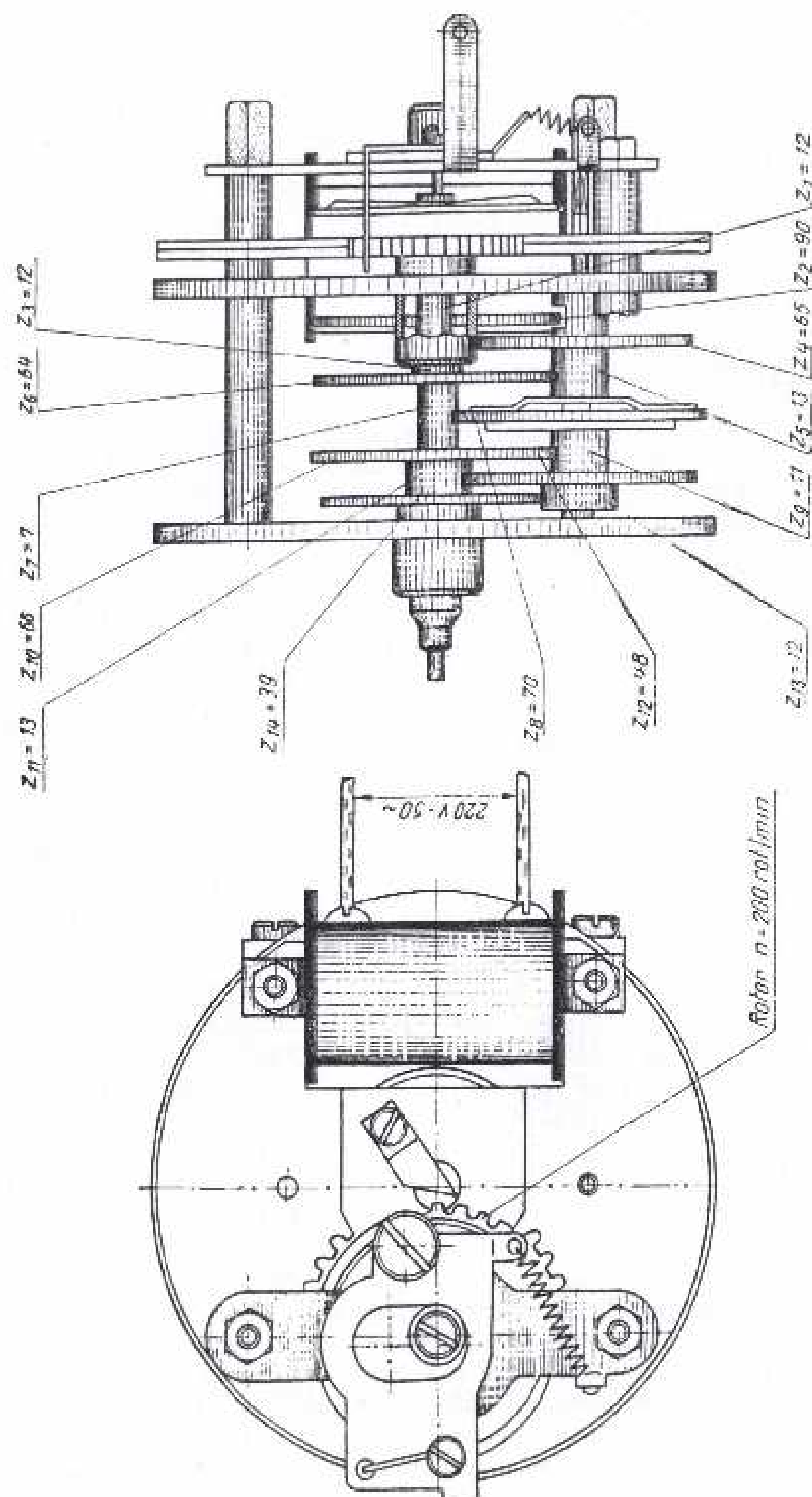


Fig. 316. Ceasornic sincron.

2. Ceasornice sincrone cu autopornire

La ceasornicele sincrone cu autopornire se folosesc motoare cu turație mică și motoare cu turație mare.

a. **Motorul cu autopornire cu turație mică** (opt perechi de poli), reprezentat în figura 317, se compune din: carcasa *1*, statorul cu polii *2* bobinele *4*, rotorul *5*, lagărul din textolit *6*, un inel de ungere din pîslă sau piele *7* și o bucșă de ghidare *3*.

Spre deosebire de motoarele cu lansare, la motoarele sincrone cu autopornire rotorul este prevăzut cu poli din magneți permanenți. Acești poli se pot realiza în două feluri. Pe circumferința rotorului cilindric se practică niște locașuri în care se introduc magneți permanenți, alternativ cu polul N și polul S spre exterior. Acest mod de execuție al rotorului este costisitor. Mult mai economic este procedeul reprezentat în figura 318. Pe un magnet permanent puternic *3* se aplică la cele două capete armăturile din fier *1* și *2*. Una dintre armături va fi polul N iar cealaltă polul S. Armăturile sînt prevăzute cu dinți îndoiți și ele sînt astfel montate pe magnetul permanent încît cei doi poli să alterneze.

Polii statorului sînt împărțiți în două părți dintre care una este ecranată cu o spiră în scurtcircuit. În acest caz se repetă fenomenele descrise la motoarele de curent alternativ, adică fluxul magnetic defazat în spațiu și timp din stator antrenează rotorul.

Ceasornicele cu autopornire au dezavantajul că nu sînt perfect sincrone, adică la pornire sau la suprasarcini motorul se poate roti și cu turații mai mici decît cea sincronă. Un rotor cu lansare în astfel de cazuri s-ar fi oprit.

Dacă suprasarcina (frînarea) este de scurtă durată motorul revine singur la turația sincronă și abaterile ceasornicului sînt neglijabile. Dacă există însă suprasarcini permanente (frecări mari permanente), ceasornicul va întîrzia sistematic.

b. **Motorul cu autopornire cu turație mare** este reprezentat în figura 319. La acest tip, deoarece turația este foarte mare (3 000 rot/min), întregul mecanism de reducere este montat într-o cutie cilindrică *1* umplută cu ulei. Acesta fiind tot un motor cu autopornire are rotorul constituit dintr-un magnet permanent cu doi poli și statorul are polii ecranați. O secțiune prin cutia *1* este reprezentată în figura 320. Partea cea mai solicitată este axul *1* pe care este montat rotorul. Acest ax este ghidat de două lagăre din textolit *2*. Ungerea axului este asigurată de inelul de vată *4* îmbibat în ulei, despărțit de ax de către cilindrul perforat *3*. Roțile reductorului sînt montate între cele două schelete *5* din textolit. Axul *7* care face o rotație pe minut (ax secundar) este singurul care iese din cutie și este etanșat de inelele din pîslă *6*.

3. Ceasornice sincrone cu autopornire și rezervă de mers

La întreruperea curentului electric ceasornicele sincrone descrise în paragrafele precedente se opresc. Pentru eliminarea acestui inconvenient ceasornicele sincrone se prevăd cu un mecanism care îi asigură funcțio-

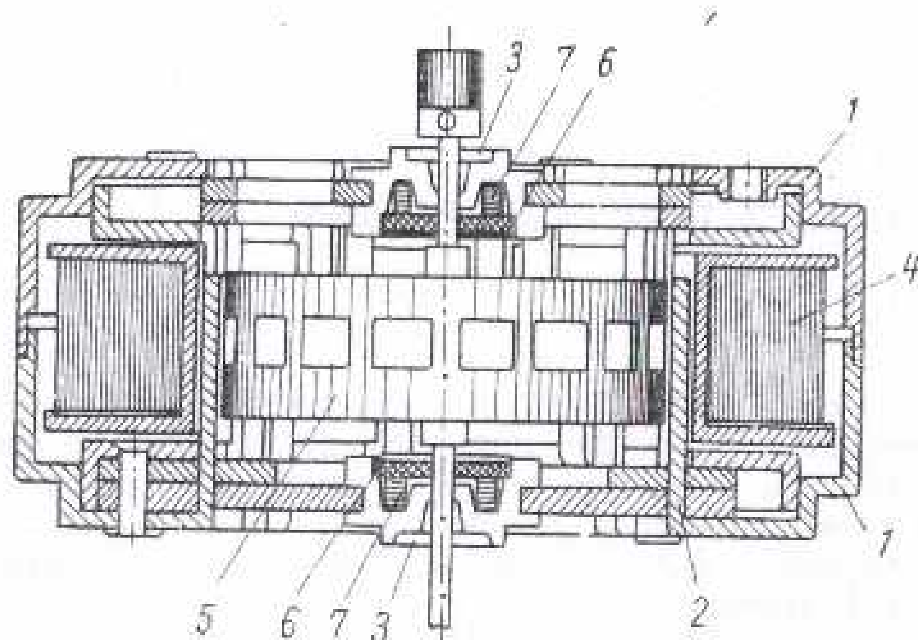


Fig. 317. Motor cu autopornire cu turație mică.

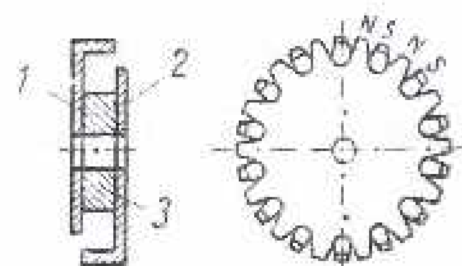
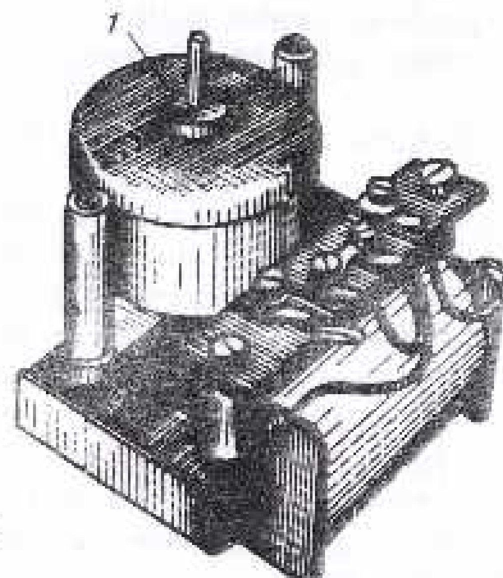
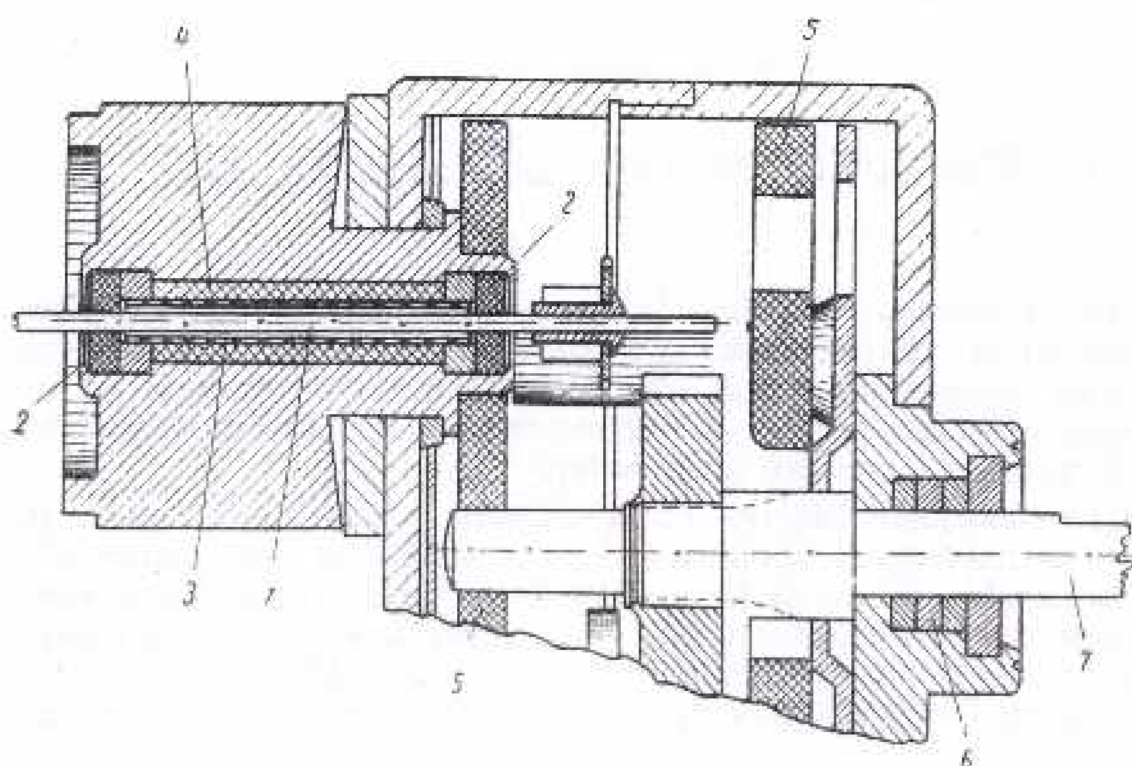


Fig. 318. Construcția rotorului.


Fig. 319. Motor cu autopornire cu turație mare.


Fig. 320. Secțiune prin cutia motorului sincron cu autopornire.

narea și în perioada de întrerupere a curentului. Acest mecanism funcționează de obicei în paralel cu ceasornicul sincron, pentru că dacă ar sta cît timp este curent, uleiul din lagăre s-ar usca și mecanismul nu ar mai funcționa corect.

Ceasornicul cu rezervă de mers se compune din următoarele părți principale:

- motor sincron cu autopornire;
- mecanism de ceasornic cu balansier;
- mecanism de armare pentru ceasornicul cu balansier;
- mecanism de sincronizare.

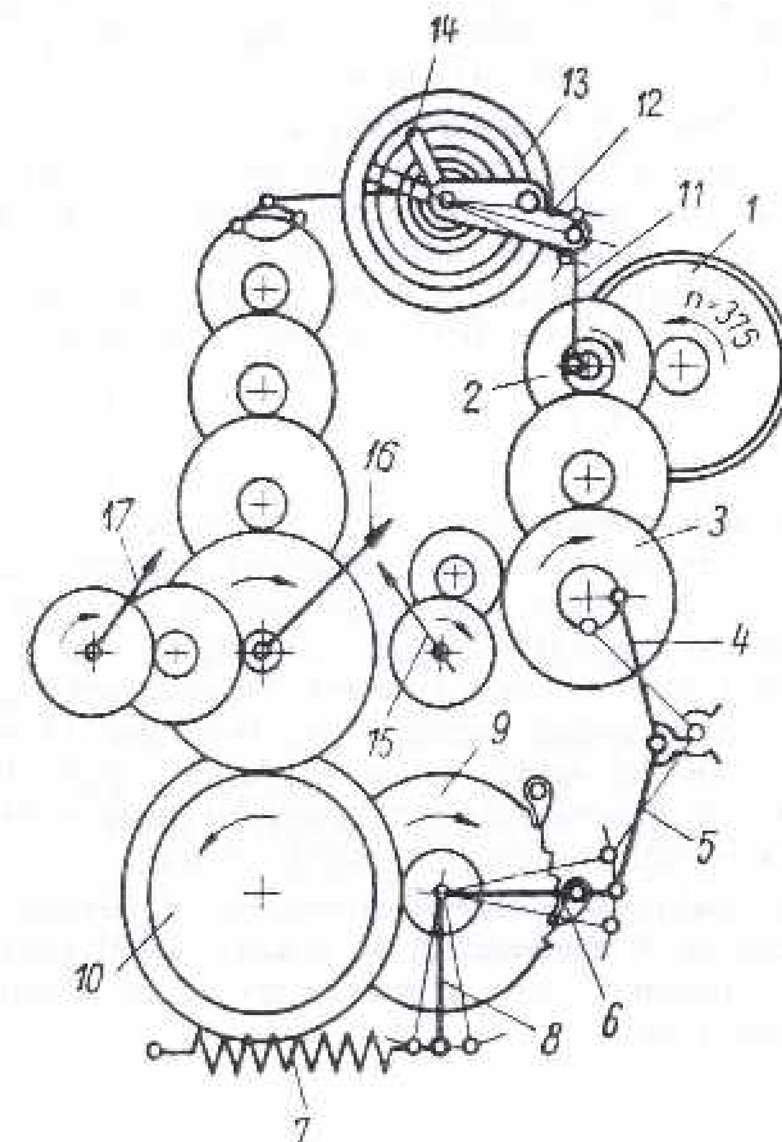


Fig. 321. Schema ceasornicului sincron cu rezervă de mers.

Motorul sincron cu 8 perechi de poli ($n_s=375$ rot/min) antrenează indicatoarele și armează arcul motor al mecanismului cu balansier. Mecanismul de ceasornic cu balansier este un ceasornic mecanic obișnuit, de precizie nu prea ridicată, deoarece el este sincronizat de motorul sincron.

Schema de principiu a ceasornicului sincron cu rezervă de mers este reprezentată în figura 321.

a. **Mecanismul de armare** se compune din motorul sincron *1* care antrenează o roată *2* din textolit (pentru reducerea zgomotului). Mișcarea este transmisă la roata *3*, prevăzută cu un știft de antrenare excentric de care este articulat brațul *4*. De brațul *4* este legat brațul oscilant *5* care oscilează numai într-o singură parte. De capătul brațului oscilant este legată prin articulație o pîrghie *8* pe care este montat clichetul *6* și care se poate roti în jurul axei roții de clichet *9*. Această pîrghie este atrasă de arcul *7*, care armează arcul motor montat în caseta *10*. Dacă motorul sincron se rotește, pîrghia *8* va începe să oscileze și împreună cu ea clichetul *6*. În sus, clichetul este tras de motor care întinde arcul *7*, iar în jos de acest arc care rotește roata *9* cu un dinte.

Raportul de armare este astfel calculat încît să fie cu 1/10 mai mare decît raportul de desfășurare al arcului motor. În acest fel, în orice moment s-ar întrerupe curentul, arcul motor va fi complet armat. Suprarmarea este împiedicată de articulația unilaterală dintre brațele *4* și *5*. Cînd arcul este complet armat brațele *4* și *5* se îndoaie (după linia subțire din schemă), iar arcul 7 nu mai are suficientă forță pentru a roti roata clichet.

Arcul motor asigură o funcționare a ceasornicului pe o durată de 8 h.

b. **Mecanismul de sincronizare** asigură mecanismul de ceasornic să funcționeze în același ritm cu frecvența curentului electric. Roata *2* execută un număr de 133 rot/min, iar regulatorul ceasornicului este reglat la același număr de oscilații pe minut. Pe roata *2* este articulat excentric brațul de antrenare *11* care imprimă brațului oscilant *12* o mișcare de oscilație în jurul axului regulatorului. De brațul *12* sînt fixate capătul exterior al arcului spiral *13* și compasul de reglare *14;* astfel, la fiecare rotație a roții *2* arcul spiral va executa o oscilație completă și acesta va imprima întregului regulator această frecvență.

Spre deosebire de indicatoarele orar *17* și minutar *16* indicatorul secundar *15* este antrenat de la mecanismul de armare astfel încît funcționează numai cînd ceasornicul este alimentat de curent. Oprirea lui indică întreruperea curentului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor sincrone?
2. Cum se clasifică ceasornicele sincrone?
3. Cum se menține constantă frecvența curentului în centralele electrice?
4. Cum se pornește ceasornicul sincron cu lansare?
5. Cum este construit rotorul motorului cu autopornire?
6. Cum se armează ceasornicele cu rezervă de mers?
7. Cum se face sincronizarea ceasornicului cu rezervă de mers?

CAPITOLUL IV

CEASORNICE ELECTRICE DE MÎNĂ

Ceasornicele electrice de mînă sînt cele mai recente ceasornice apărute în exploatare. Ca principiu de funcționare ele nu diferă de ceasornicele electrice mari, dar din punct de vedere constructiv sînt mult diferite de acestea. Fiind la începutul evoluției lor, nu au atins încă finețea tehnică a celor mecanice, dar în ce privește precizia le-au depășit.

Ele au o serie de avantaje:

— nu trebuie armate;

— schimbarea bateriei făcîndu-se în ateliere specializate, ceasornicul va fi revizuit și curățat periodic;

— au puține piese în mișcare, deci uzură și posibilități de defectare reduse;

— au precizia ridicată, cele ieftine funcționează cu o toleranță de 1—4 s/24 h.

Desigur, ele au și dezavantaje care privesc mai mult atelierele de întreținere și mai puțin pe purtători. Astfel, pentru repararea și reglarea lor sînt necesare o serie de instrumente foarte precise și foarte scumpe, iar personalul acestor ateliere trebuie să fie de înaltă calificare.

Și la ceasornicele electrice de mînă elementul cel mai sensibil este contactorul. La primele ceasornice s-au folosit contactoare cu arc, care încep să fie înlocuite cu contactoare cu roți, iar de curînd se fabrică și ceasornice cu tranzistoare la care s-au eliminat contactoarele. După cum se observă, ceasornicele de mînă au parcurs aceleași etape de dezvoltare ca și ceasornicele mari.

A. CEASORNICE CU CONTACTOARE CU ARC

Ceasornicele electrice de mînă fac parte din categoria ceasornicelor cu acționare directă. Într-o poziție bine stabilită balansierul comandă un contactor care închide un circuit electric compus dintr-o baterie și un electromagnet. Cîmpul produs de electromagnet completează energia pierdută de balansier în timpul unei oscilații

În afară condițiilor impuse contactoarelor ceasornicelor mari, la ceasornicele de mînă apar condiții noi: lucrul mecanic necesar pentru închiderea contactelor trebuie să fie foarte mic, frecarea contactelor trebuie să fie minimă pentru a elimina uzura lor deoarece frecvența de închidere este foarte mare (9 000—10 800 contacte/h), dimensiunile contactorului trebuie să fie foarte mici și condiția cea mai importantă este ca la șocuri contactele să nu vibreze.

În cele patru tipuri de ceasornice care se vor prezenta s-a căutat să se satisfacă aceste condiții.

1) În figura 322 s-a reprezentat unul din primele tipuri de ceasornice electrice de mînă. Alimentarea se face cu două baterii mici *1* (fig. 322, *a*) legate în paralel. Polul negativ al bateriei este legat la un capăt al bobinelor *3*, iar celălalt capăt al bobinelor este legat la masă.

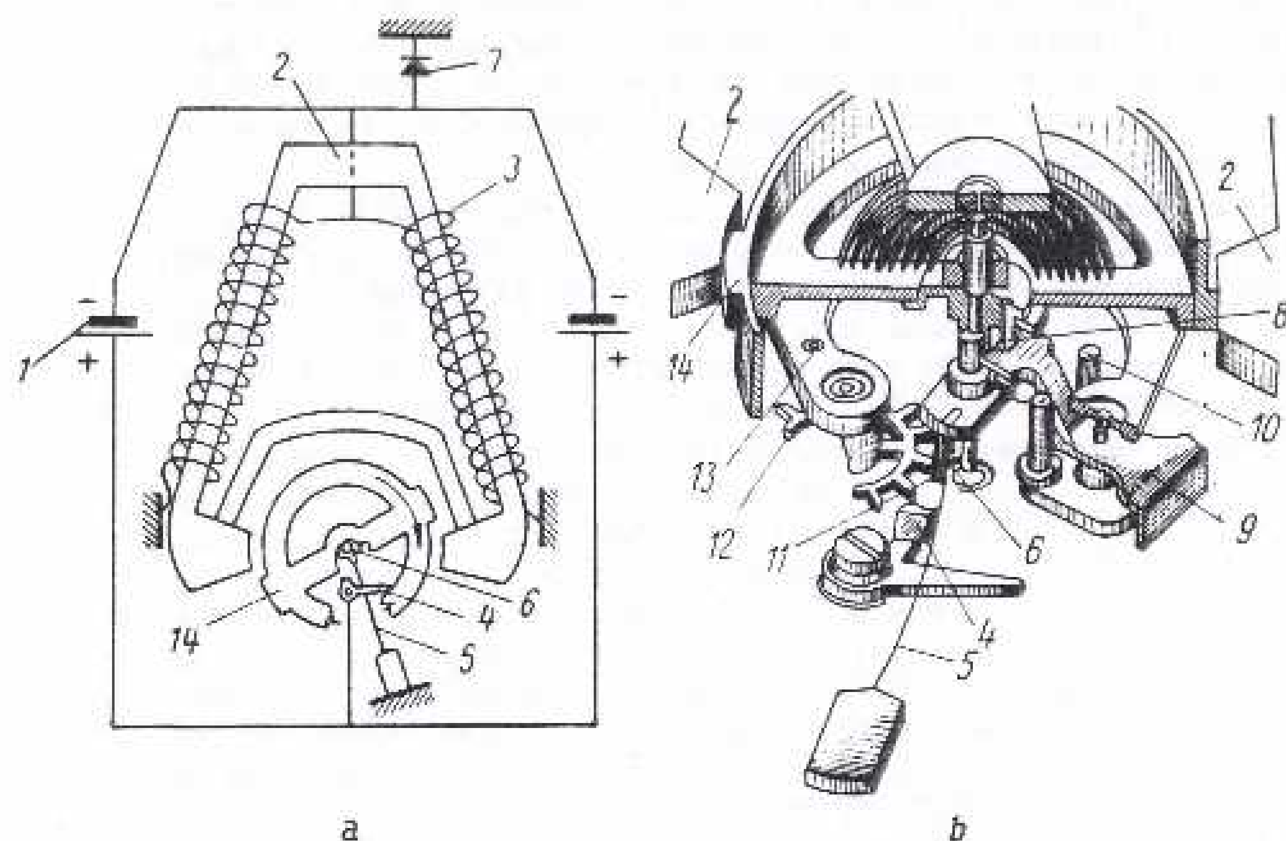


Fig. 322. Ceasornic electric de mînă.

Polul pozitiv este legat de brațul contactor *4*, iar celălalt contact, arcul *5*, este legat la masă. Astfel, prin atingerea arcului de brațul contactor circuitul electric se închide.

Arcul *5* este astfel montat încît în poziția de repaus a balansierului să nu facă contact cu brațul *4*. El este comandat de cama *6* montată rigid pe axul balansierului, într-o astfel de poziție încît circuitul electric să se închidă cu puțin înainte ca ridicătura de pe obada roții oscilatoare *14* să ajungă în dreptul polului statorului *2*.

Dacă balansierul oscilează în sensul indicat de săgeată, cama *6* atinge arcul *5* și îl îndoaie pînă cînd atinge brațul contactor. În acest moment circuitul se închide și electromagnetul *2* va da un impuls balansierului în direcția mișcării. Balansierul rotindu-se mai departe, arcul scapă de pe camă și revine la poziția de echilibru, întrerupe circuitul, după care balansierul oscilează liber.

La întoarcere, cama atinge pentru puțin timp arcul, îndepărtindu-l și mai mult de brațul *4*, după care oscilează liber.

Dioda *7* din germaniu are rolul de a impiedica formarea scînteilor la întreruperea contactului.

Cînd bateria este nouă unghiul de oscilație al balansierului este de 270°. Acest unghi rămîne constant deoarece sistemul de contact este cu autoreglare. Dacă amplitudinea scade, contactul rămîne mai mult timp închis și se transmite o energie mai mare balansierului.

În timpul exploatării, ceasornicul poate primi șocuri puternice care măresc foarte mult oscilațiile, ceea ce produce perturbări în buna funcționare. Pentru a se limita unghiul de oscilație, ceasornicul este prevăzut cu un dispozitiv compus din știftul *8*, (fig. 322, *b*) furca *9* și limitatorul magnetic *10*. Dacă amplitudinea de oscilație este prea mare, balansierul antrenează cu știftul *8* furca *9* care, fiind respinsă de limitatorul magnetic, frinează oscilațiile în ambele sensuri.

Oscilațiile balansierului sînt transmise la indicatoare prin intermediul știftului aplatizat *11* montat pe balansier și al roții dințate *12* (fig. 323). Știftul atinge un dinte al roții și îl împinge în poziția *B* după care își continuă drumul părăsind dintele. În acest moment magnetul de poziționare *13* rotește roata din oțel mai departe pînă cînd dintele ajunge în poziția *C*.

La reîntoarcere, știftul *11* atinge dintele următor din poziția *A* și îl rotește puțin înapoi după care îl părăsește, iar magnetul de poziționare rotește roata înainte ca dintele să ajungă din nou în poziția *A*.

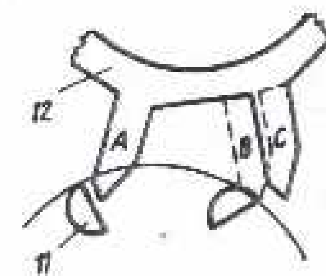


Fig. 323. Dispozitiv de transmitere a mișcării.

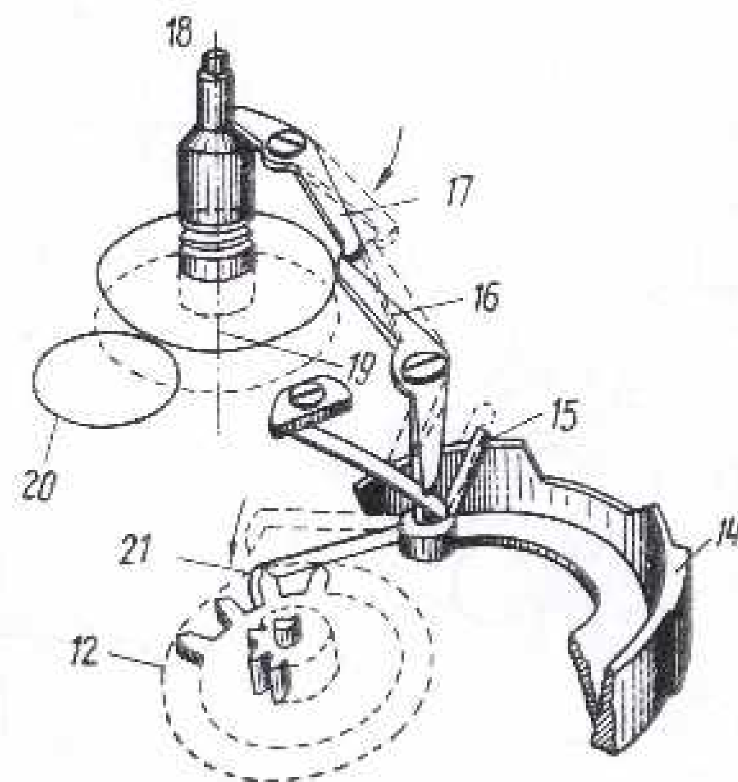


Fig. 324. Mecanismul de reglare a indicatoarelor.

La reglarea indicatorului, pentru a nu forța balansierul și sistemul de transmitere a mișcării, balansierul se blochează (fig. 324). Dacă axul *18* cu care se reglează indicatorul se trage afară, brațul *17*, va aluneca pe o suprafață conică a axului și va bloca roata oscilatoare *14* prin inter-

mediul brațului de ridicare *16* și al arcului de frînare *15*. În același timp brațul-ancoră *21* va bloca roata *12*. Prin învîrtirea axului *18* roțile *19* și *20* reglează indicatoarele.

Pentru orientare se dau datele tehnice ale ceasornicului:

— alimentarea cu două baterii din oxid de mercur;

— tensiunea 1,35 V;

— două bobine cu cîte 5 000 spire din sîrmă de cupru cu diametrul de 0,025 mm;

— diametrul roții oscilatoare 9 mm;

— numărul de oscilații pe oră 18 000;

— precizia ±4 s/24 h.

2) Ceasornicul reprezentat în figura 325 nu are un electromagnet puternic, ci folosește magneți permanenți de dimensiuni mici. Și energia de funcționare va fi mai mică, și de aceea este alimentat numai de la o singură baterie. Circuitul magnetic (v. și fig. 326) se compune din magneții permanenți *1*, *2*, și *3*, coloanele *6* și plăcile inferioară *4* și superioară *5*. Toate aceste elemente sînt executate din oțel. Roata oscilatoare

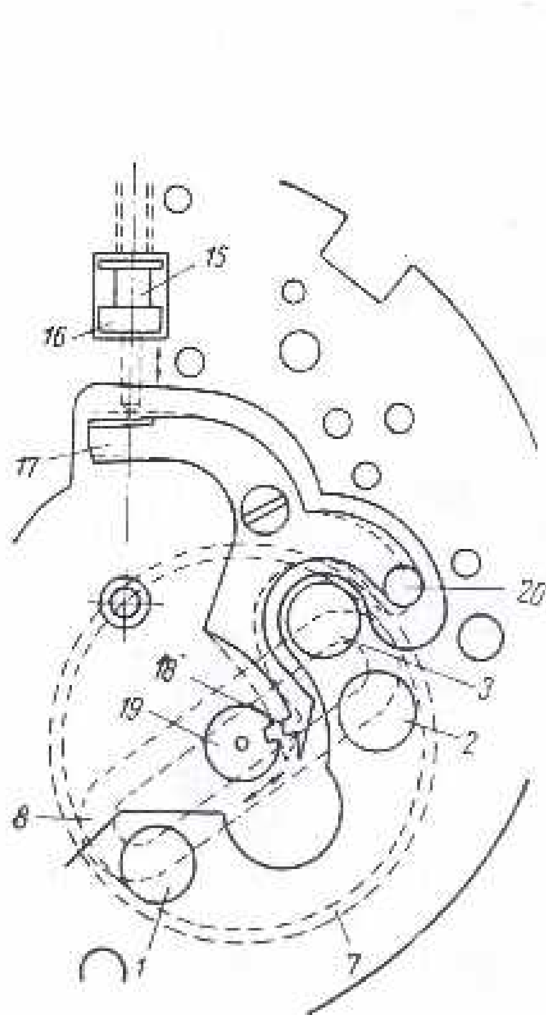


Fig. 325. Ceasornic de mînă cu magneți permanenți.

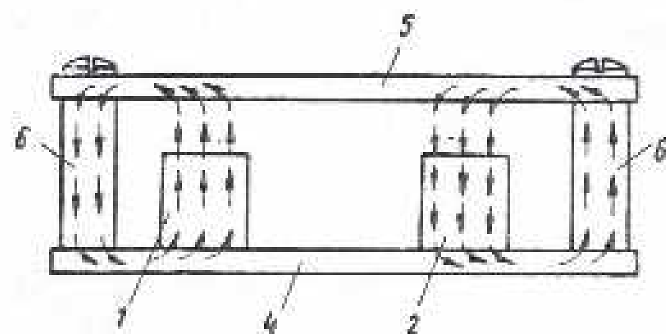


Fig. 326. Circuit magnetic.

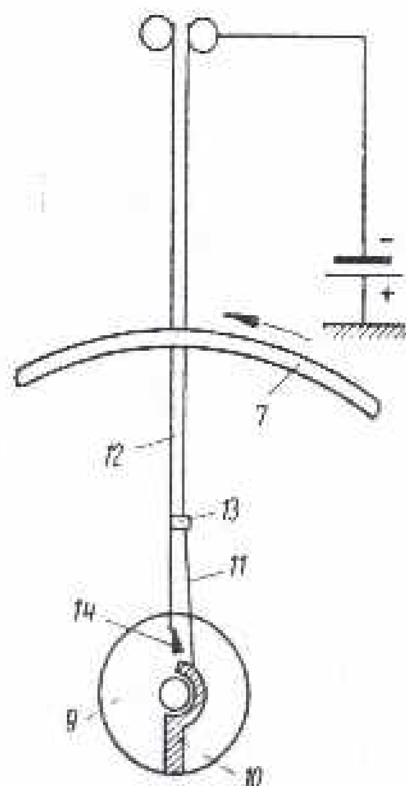


Fig. 327. Contactor.

7 este montată între magneții permanenți și placa superioară. Pe roata oscilatoare din material nemagnetic este montată bobina *8* de formă ovală care, străbătută fiind de un curent electric, va produce un cîmp magnetic. Sensul curentului din bobină se alege astfel încît, în poziția de echilibru a roții oscilatoare, polii magnetici de același sens (ai bobinei și ai magnetului permanent) să fie față în față. Datorită așezării asimetrice a magneților permanenți, bobina va fi respinsă totdeauna în același sens.

Condiția ca ceasornicul să aibă o precizie cît mai mare este ca balansierul să oscileze cît mai mult liber. De aceea transmiterea impulsului trebuie să fie de scurtă durată. Transmiterea impulsului se face cu ajutorul unui contactor cu arc comandat de balansier.

Pe axul balansierului (fig. 327) este montat rigid discul de contact *9* care poartă paleta de impuls *14*. Arcul de contact *11* este executat din aur și este comandat de arcul de cuplare *12* prin intermediul furcii *13*. Contactul electric se realizează între arcul *11* și contactul *10* din platină. Arcurile sînt astfel montate încît în poziția de echilibru a roții oscilatoare *7*, cele două contacte să fie la distanța de 0,2—0,3 mm.

Dacă roata oscilatoare se rotește în sensul indicat prin săgeată, paleta de impuls *14* va atinge arcul de cuplare *12* și îl va îndoi. Prin intermediul furcii *13* se va îndoi și arcul de contact *11* pînă cînd atinge contactul *10* și circuitul electric este închis. Roata oscilatoare va primi un impuls în sensul rotirii și paleta de impuls scapă arcul de cuplare care, împreună cu arcul de contact, vor reveni în poziția de repaus (nedeformate) întrerupînd circuitul electric. Balansierul va oscila liber. La întoarcere, paleta de impuls va împinge arcul *12* în sens opus, mărind și mai mult distanța între cele două contacte. Rezultă, deci, că impulsul se transmite numai într-o singură direcție.

Paleta de impuls mai are rolul de a transmite mișcarea spre indicatoare. Cînd roata oscilatoare se rotește în sensul săgeții, paleta împinge înainte cu un dinte roata de cuplare. În sens invers nu se transmite mișcarea. Sistemul de transmitere a mișcării este identic cu cel descris în cazul precedent, cu singura deosebire că poziționarea roții nu se face cu un magnet permanent, ci cu un arc.

Mecanismul de reglare a indicatoarelor este reprezentat în figura 325. La tragerea axului de reglare *15* se cuplează roata *16* ca la ceasornicele mecanice. La reglare, balansierul ceasornicului trebui să se oprească într-o anumită poziție astfel încît circuitul electric să rămînă deschis și ceasornicul să fie în stare să pornească din nou. Pentru aceasta mecanismul este prevăzut cu un braț de ridicare *17* care, la tragerea axului *15*, va fi rotit de un arc pînă cînd gheara *18* atinge circumferința discului *19* montat pe axul balansierului. Discul rotindu-se într-o anumită poziție, gheara *18* va intra în degajarea discului *19* și totodată știftul *20* va atinge obada roții oscilatoare oprind-o. În această poziție ceasornicul poate să rămînă timp îndelungat fără ca mecanismul să aibă de suferit. În momentul apăsării axului *15*, ceasornicul va porni imediat.

3) Ceasornicul reprezentat în figura 328 se aseamănă foarte mult cu cel descris anterior. Și el are doi magneți permanenți *1* și montați pe o placă de oțel *2*. Ceea ce are deosebit este balansierul (fig. 329). Obada

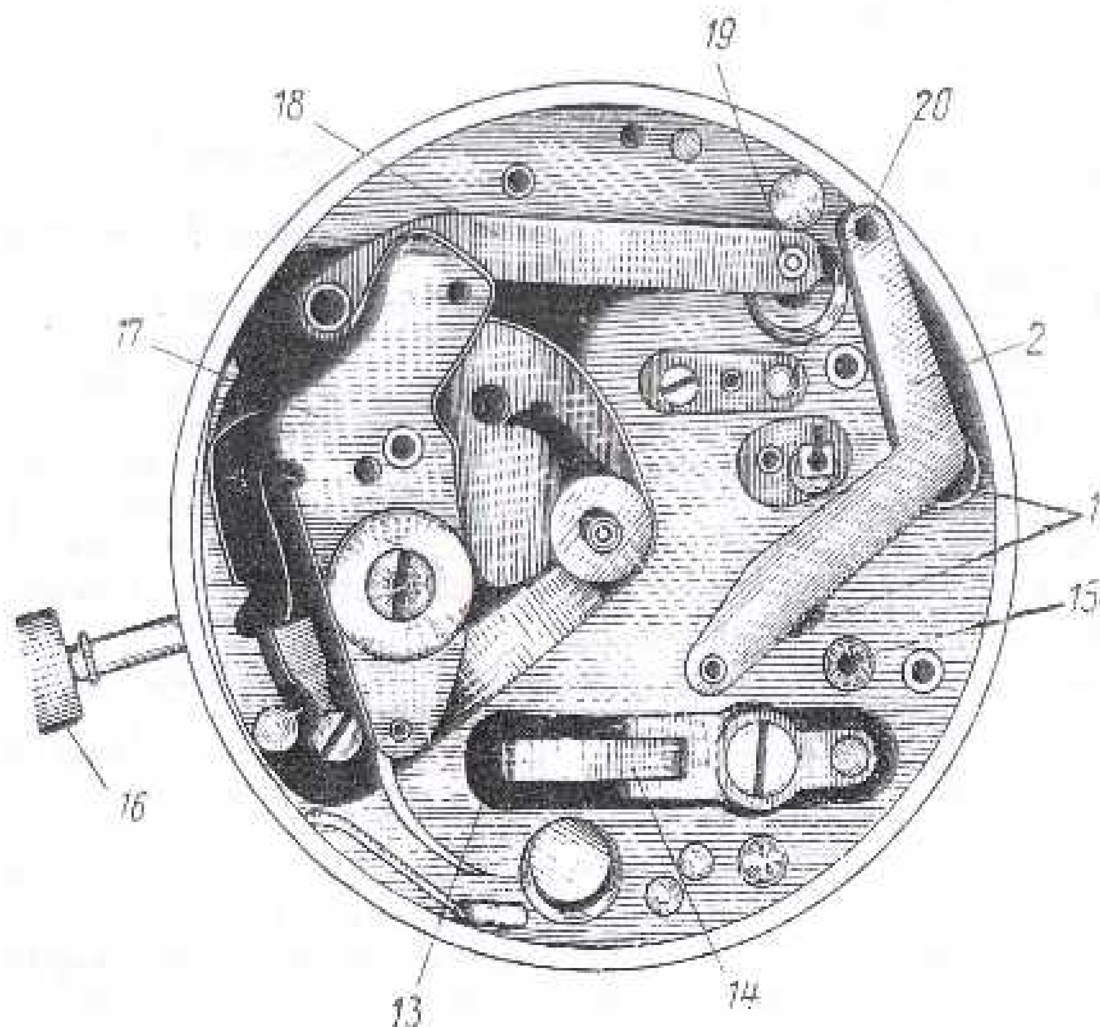
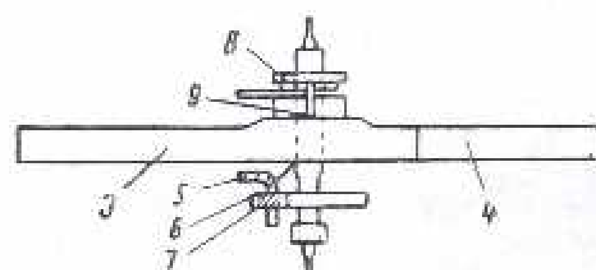


Fig. 328. Ceasornic de mînă cu bobină excentrică.



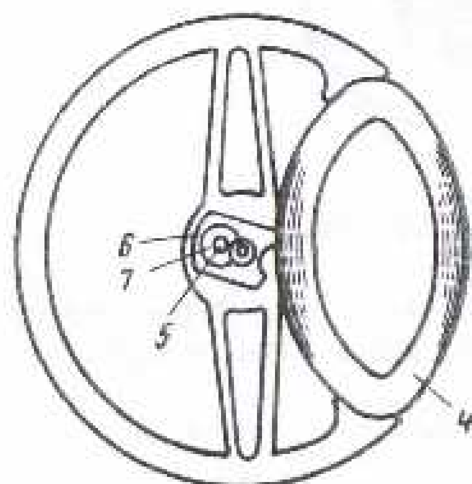
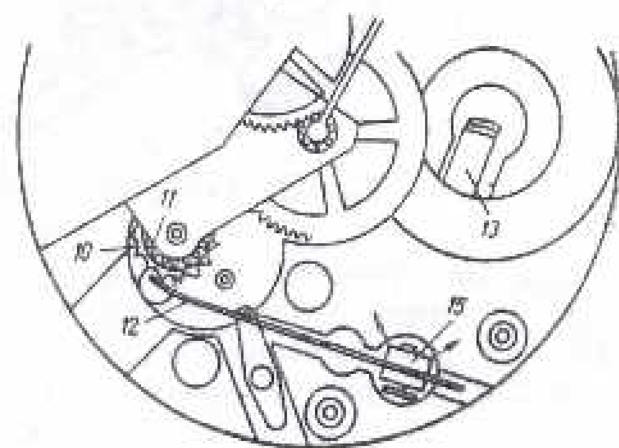


Fig. 329. Balansier.

Fig. 330. Dispozitivul de transmitere a mişcării.



roţii oscilatoare *3* este tăiată şi, în locul respectiv, s-a montat o bobină de formă ovală. Unul dintre capetele bobinei este legat de balansier (masă), iar celălalt de ştiftul de contact *5*. Ştiftul este montat într-o piatră cu gaură *7* care este presată în discul *6* montat pe axul balansierului. Ştiftul de contact din platină este izolat faţă de masă. Tot pe axul balansierului, însă de partea cealaltă a roţii oscilatoare, se montează discul de limitare *8* şi ştiftul de limitare *9*.

Oscilaţiile balansierului sînt transmise de ştiftul de contact *5* la roata de antrenare *10* (fig. 330) pe al cărei ax este montat un pinion care transmite mişcarea la indicatoare.

La acest tip de ceasornice roata de antrenare *10* asigurînd şi contactul electric, este executată dintr-un aliaj de metale preţioase. Ea se poziţionează cu ajutorul magnetului permanent *20*. Pentru ca acest lucru să fie posibil, pe roata *10* se montează o altă roată de poziţionare *11* de fier.

La fiecare oscilaţie a balansierului roata de antrenare înaintează cu un dinte în modul arătat la primele două tipuri de ceasornice.

Contactul electric se realizează prin atingerea vîrfurilor dinţilor roţii de arcul *12* din metal preţios. În poziţia de repaus a roţii de antrenare, între vîrful dintelui şi arcul *12* este o mică distanţă, deci circuitul este deschis. Cînd roata de antrenare este antrenată de balansier, dintele de lîngă arcul *12* se ridică puţin şi îl atinge, închizînd circuitul electric care cuprinde polul negativ al bateriei *13*, contactorul *14*, contactul fix *15*, arcul de contact *12*, roata de antrenare *10*, ştiftul de contact *5*, bobina *4*, masa şi polul pozitiv al bateriei.

Prin închiderea circuitului, balansierul va primi un impuls. Roata de antrenare rotindu-se, dintele părăseşte capătul arcului şi circuitul se întrerupe. Ceasornicul trebuie astfel reglat încît impulsul să fie transmis cînd balansierul se află în poziţie de echilibru. La întoarcerea balansierului, roata de antrenare va fi puţin mişcată fără să se facă contactul electric. Deci şi în acest caz impulsul se transmite numai într-o singură direcţie.

La bateria nouă, amplitudinea de oscilaţie este de 250°. Dacă aceasta creşte datorită unor şocuri exterioare, intră în funcţiune limitatorul, adică ştiftul de limitare va atinge podul magnetic superior.

Pentru reglarea indicatoarelor se trage coroana *16*; atunci roata de cuplare montată de braţul oscilant *17* va cupla angrenajul indicatoarelor. În acelaşi timp se eliberează braţul *18* care va fi rotit de un arc astfel încît paleta cilindrică *19* montată pe capătul lui să intre între dinţii roţii de cuplare. Astfel balansierul se va opri totdeauna în poziţia în care circuitul este deschis.

După apăsarea coroanei, ceasornicul va porni imediat.

4) La ceasornicul prezentat în figura 331 se foloseşte tot interacţiunea între un magnet permanent şi un cîmp magnetic creat de o bobină. Spre deosebire de cele descrise, acest ceasornic este mai simplu. Regulatorul nu mai este un balansier clasic, ci pe axul regulatorului s-a montat un braţ de care este legată la un capăt bobina *2*, iar la celălalt capăt, pentru echilibrare, o greutate *1*. Acest sistem, împreună cu arcul spiral *3*, formează regulatorul.

În brațul regulatorului este montat un știft semirotund din aliaj de aur+argint+paladiu. În discul 5, montat pe axul regulatorului, este presat tot un știft semirotund de piatră 6, lipit de primul cu fața plană, pentru izolare. Celălalt contact se compune din contactul 7 montat pe arcul 8 și dispozitivul de conducere 9. Acest contact este izolat de restul ceasornicului și este legat de polul negativ al bateriei.

Dacă regulatorul va oscila în direcția săgeții, știftul 4 va atinge contactul 7 și va închide circuitul electric.

Mecanismul indicator este acționat de știftul 10 care la fiecare oscilație împinge roata de antrenare 11, de fier, cu un dinte. Această roată are 18 dinți, iar pinionul 12 de pe axul roții 6 dinți. Regulatorul făcînd trei oscilații pe secundă rezultă că pinionul se va roti cu un dinte pe secundă; aceasta antrenează roata 13 tot cu un dinte pe secundă. Pinionul 12 și roata secundară 13 cu 60 dinți au dinții de o formă specială. Această formă a dinților face ca roata secundară să se rotească 1/3 iar restul de 2/3 să stea nemișcată. Poziționarea roții secundare se face cu pîrghia 14, în care este montată o paletă și care este împinsă spre roată de arcul 15.

Fig. 331. Ceasornic electric de mînă fără roată oscilatoare.

Acest mod de transmitere a mișcării prezintă avantajul că indicatorul secundar nu vibrează la întoarcerea balansierului (cînd nu se produce antrenarea). La ceasornicele descrise anterior roata de antrenare era rotită puțin înapoi la întoarcerea balansierului, mișcare ce era transmisă indicatorului secundar. Și în acest caz, roata de antrenare se rotește puțin înapoi, dar aceasta nu mai influențează indicatoarele.

Poziția roții de antrenare este asigurată de magnetul permanent 16.

Pe axul regulatorului este montată pîrghia 17 prevăzută cu un știft care antrenează furca 18 care este ținută în poziția medie de magneții permanenți 19. Cînd oscilațiile devin prea mari datorită unor șocuri exterioare, știftul lovește furca în exteriorul crestăturii și o scoate din poziția medie, cheltuind pentru aceasta o energie. Astfel amplitudinea de oscilație va scădea.

Pe greutatea 1 a regulatorului este montat un știft 20 care fixează regulatorul într-o anumită poziție în timpul reglării indicatoarelor. Această fixare se face prin tragerea coroanei de reglare. La acest ceasornic și indicatorul secundar poate fi reglat. La apăsarea coroanei, ceasornicul pornește.

B. CEASORNICE CU CONTACTOARE CU ROȚI

Contactoarele cu arc sînt foarte sensibile și sînt foarte greu de reglat în condiții de atelier. Arcul trebuie să fie suficient de tensionat ca să poată închide contactul, dar această tensionare nu trebuie să fie prea mare ca să frineze balansierul în oscilația sa.

Un alt dezavantaj al arcului este acela că la întreruperea contactorului arcul vibrează, fapt care poate duce uneori la contacte suplimentare nedorite. Problema cea mai dificilă este reglarea arcului la reparare sau întreținere în așa fel încît să închidă contactul la timpul potrivit.

Din aceste motive unele fabrici constructoare au eliminat arcul din construcția ceasornicului. În locul lui au introdus o roată de contact care nu poate fi reglată, dar nici nu este necesar să fie reglată la întreținere.

Ceasornicele cu roți de contact sînt asemănătoare cu cele cu arcuri de contact.

Bobina 1 este montată pe balansier prin intermediul suporturilor 2 (fig. 332). Pentru echilibrare, balansierul este prevăzut cu contragreutățile 3 și 4 din materiale nemagnetice; în timpul oscilației bobina se deplasează deasupra unor magneți permanenți care nu s-au reprezentat în figură.

Pe axul balansierului este montat discul de ridicare 5 pe care sînt fixate știftul semicilindric de aur 6 și lipit de acesta știftul semicilindric de piatră 7 (fig. 333). Cele două știfturi formează, împreună, un cilindru care pe o parte este conductor, iar pe cealaltă parte izolator. Acest știft compus comandă roata de contact.

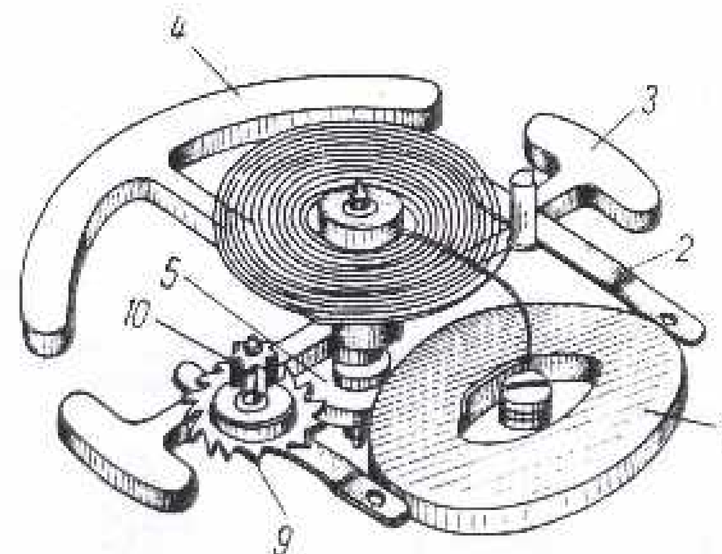


Fig. 332. Ceasornic cu contactor tip roată.

Roata este compusă din patru părți: roata de contact 8 (de platină), roata de antrenare 9 (de fier), pinionul de transmisie 10 și o bucșă care izolează cele două roți între ele.

Circuitul electric se închide prin următoarele elemente (fig. 334), polul bateriei 11, conductorul 12, discul acoperitor 13 pe care se sprijină

limitatorul 6 montat pe capătul unui cristal prizoelectric 7 (cristalul piezoelectric de obicei din cuarț produce o tensiune electromotoare atunci cînd este supus la deformări mecanice). Acest mecanism are însă dezavantajul că nu pornește singur.

Dacă pe roata oscilatoare 1 se montează o bobină 2 (fig. 337) alimentată prin două arcuri spirale, iar sub roata oscilatoare bobina 3 și

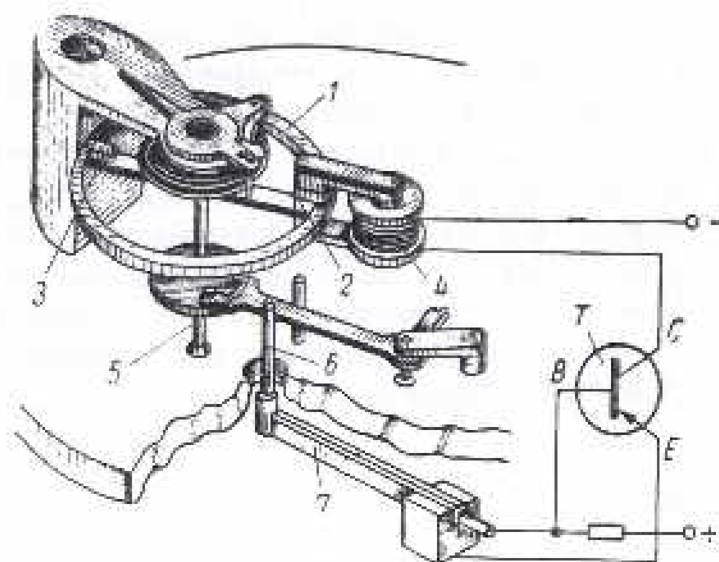


Fig. 336. Comanda tranzistorului cu cristal piezoelectric.

doi magneți permanenți 4, balansierul pornește singur. Prin bobina 2 legată în circuitul unei surse de energie și al unui tranzistor se trece un mic curent, chiar atunci cînd tranzistorul este blocat creîndu-se astfel un cîmp magnetic foarte slab, dar suficient ca să rotească puțin balansierul. Datorită acestei rotiri, se induce o tensiune electromotoare în bo-

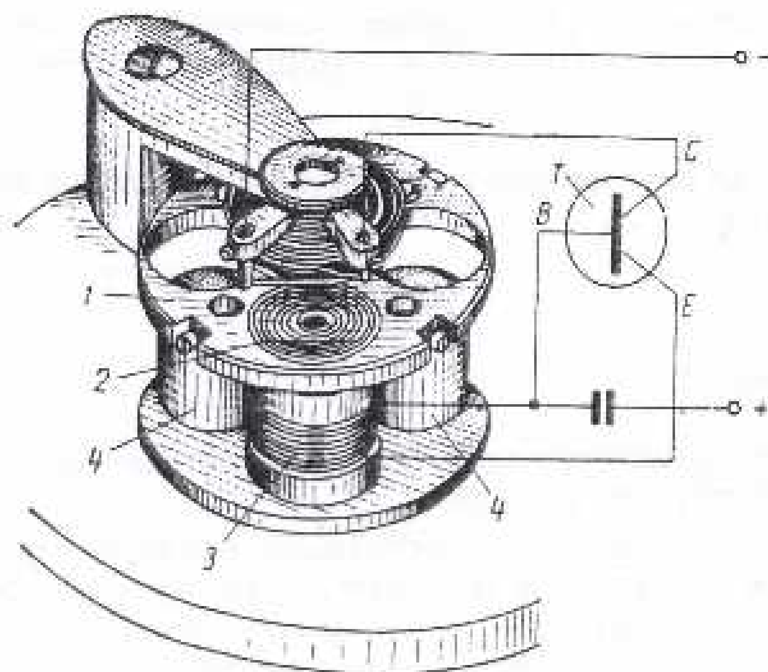


Fig. 337. Regulator cu autopornire.

bina de comandă 3 care deblochează tranzistorul iar curentul ce trece prin bobina de lucru 2 va crește. O dată cu creșterea elongației de oscilație a balansierului, bobina de comandă iese de sub influența bobinei de lucru și tranzistorul se blochează. La întoarcere, tensiunea indusă în bobina de comandă are polaritatea schimbată și blochează tranzistorul și mai mult. Din cele arătate, rezultă că acest sistem este cu autoreglare.

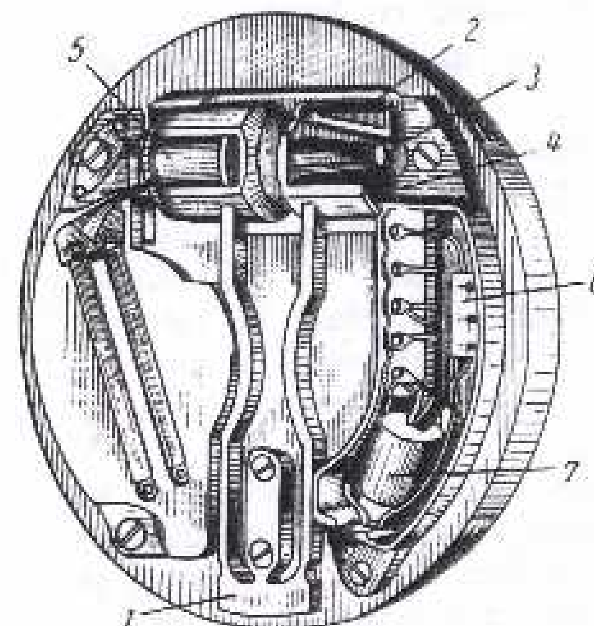


Fig. 338. Ceasornic de mînă cu diapazon.

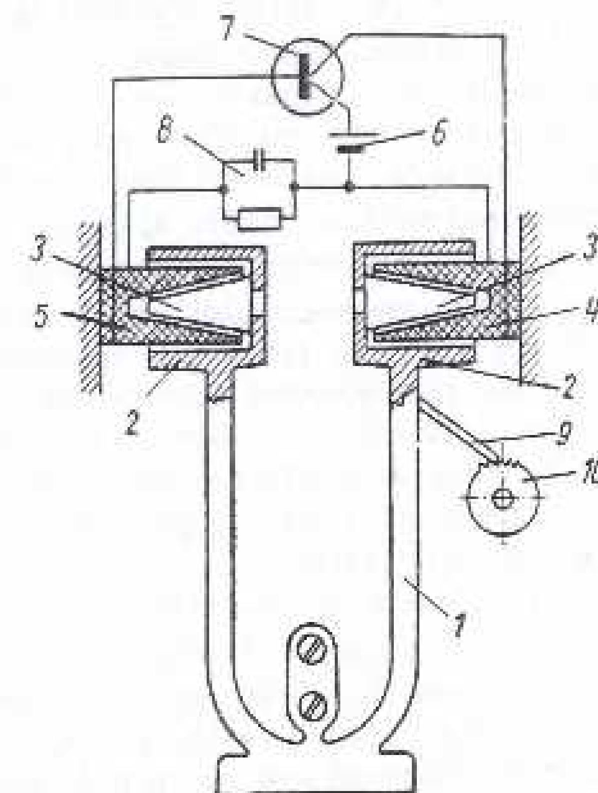


Fig. 339. Principiul de funcționare al ceasornicului de mînă cu diapazon.

Un alt tip de ceasornic de mînă cu tranzistor, care diferă mult de cele clasice, este reprezentat în figura 338, iar schema de principiu în figura 339. La acest ceasornic balansierul este înlocuit cu un diapazon. Diapazonul, după cum se știe din fizică, este executat în formă de „U", dintr-un material cu elasticitate mare.

Frecvența de oscilație (numărul de vibrații pe secundă) a diapazonului este determinată de caracteristica materialului, cît și de dimensiunile lui și nu poate fi modificată prin variația elongației. În felul acesta, frecvența de oscilație a diapazonului nu va fi influențată de forța de acționare din ceasornic, de șocurile exterioare sau de poziția de funcționare. Diapazonul se execută din invar (cu coeficientul de dilatare liniară foarte mic 0,0000011 m/grd) astfel încît temperatura are o influență neglijabilă.

Vibrația diapazonului producîndu-se prin schimbarea elastică a formei, nu cauzează pierderi prin frecare. În consecință nu se produc uzuri și deci nu este necesară ungerea. Pierderea energiei diapazonului apare datorită frecărilor cu aerul și a mișcărilor structurale ale materialului.

Aceste pierderi fiind mult mai reduse decît în cazul balansierului, și energia necesară pentru acționare va fi mult mai mică. Mecanismul de transmisie este compus din numai cîteva roți pentru a căror antrenare este necesară o energie foarte mică.

Folosirea diapazonului mărește însă foarte mult prețul de cost al ceasornicelor. Pentru fabricarea lor sînt necesare uneite extrem de precise. În condițiile atelierelor de reparații, în prezent nedotate cu astfel de unelte, nu se pot executa reparații la acest mecanism.

Pentru exemplificare: roata de clichet care este acționată de un clichet legat de diapazon are diametrul de 2,5 mm, grosimea de 0,038 mm, iar pe circumferința roții sînt frezați un număr de 360 dinți. Ea este executată dintr-un aliaj special de alamă cu beriliu.

Principiul de funcționare al ceasornicului cu diapazon este asemănător cu cel al ceasornicelor descrise anterior.

În centrul mecanismului este montat diapazonul *1* care are o lungime de 25 mm, cu frecvența vibrațiilor de 360 vibrații/s. La ambele capete *2* ale diapazonului este montat cîte un capac de oțel moale, iar în interiorul lor cîte un magnet de formă tronconică *3*. În locul dintre magnet și capac se montează bobina de comandă *4* și bobina de lucru *5*. Ambele bobine sînt fixe (legate de scheletul mecanismului) și sînt legate în circuitul bateriei *6*, al tranzistorului *7* și al compensatorului de fază *8* (cu rezistență și capacitate).

O dată cu diapazonul, vibrează și cîmpul magnetic, care induce în bobina de comandă o tensiune electromotoare ce comandă tranzistorul. Cînd tranzistorul este deschis, curentul trece prin bobina de lucru *5* și se transmite diapazonului un impuls magnetic care compensează energia pierdută în timpul unei vibrații. Transmiterea impulsului se face numai într-o singură direcție, în direcția opusă tranzistorul fiind blocat.

Vibrațiile diapazonului sînt folosite pentru antrenarea sistemului de roți dințate. Pentru aceasta, pe unul din brațele dipazonului este montat clichetul *9* care antrenează roata de clichet *10*. La fiecare vibrație roata clichet va fi rotită cu un dinte. Această roată mai este prevăzută cu un contraclichet ca să nu poată reveni.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele ceasornicelor electrice de mînă?
2. Care sînt principalele tipuri de ceasornice electrice de mînă?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor cu contactor cu arc?
4. Care sînt dezavantajele contactoarelor cu arc?
5. Cum funcționează ceasornicele echipate cu contactoare cu roți?
6. Cum se face reglarea amplitudinii de oscilație la ceasornicele cu contactoare?
7. Cum funcționează ceasornicele de mînă cu tranzistoare?
8. Care sînt avantajele ceasornicelor cu diapazon?

CAPITOLUL V

INSTALAȚII DE CEASORNICE

Pentru orientarea atît a personalului de deservire a transportului în comun interurban și urban cît și a cetățenilor, în gări și în orașe este nevoie ca ora exactă să fie indicată simultan în cît mai multe locuri. De asemenea în întreprinderile mari, buna desfășurare a procesului de producție impune ca ora exactă să fie indicată în toate secțiile și atelierele întreprinderii, precum și în birourile administrative.

Pentru indicarea orei exacte în cazurile arătate mai sus și în multe altele se folosesc instalații de ceasornice electrice comandate dintr-un punct central. O astfel de instalație cuprinde un ceasornic principal care comandă o serie de ceasornice secundare.

A. CEASORNICE PRINCIPALE

Ceasornicul principal, denumit uneori și ceas primar, ceas pilot sau ceas mamă, este un dispozitiv care emite la intervale regulate de timp impulsuri de curent; impulsurile sînt transmise printr-o rețea electrică mai multor ceasornice comandate, numite ceasornice secundare. La un ceasornic principal se pot racorda un număr de 40—50 ceasornice secundare.

Ceasornicele principale sînt în general ceasornice cu pendul și pot fi acționate mecanic sau electric. Ele se compun din următoarele părți principale:

— pendulul;
— dispozitivul de transmitere a mișcării de la pendul la cadranul ceasornicului principal;
— contactorul.

1. Pendulul

Pendulul ceasornicelor principale poate fi acționat electric direct, indirect (armare electrică) sau mecanic.

La unele tipuri de ceasornice principale pendulul este acționat mecanic. La acestea, mecanismul de ceasornic propriu-zis este acționat printr-o greutate care acționează și asupra pendulului. Greutatea trebuie ridicată la fiecare opt zile. Foarte rar se folosește arcul deoarece are dezavantajul că forța de antrenare scade cu timpul, pe măsură ce arcul se desfășoară.

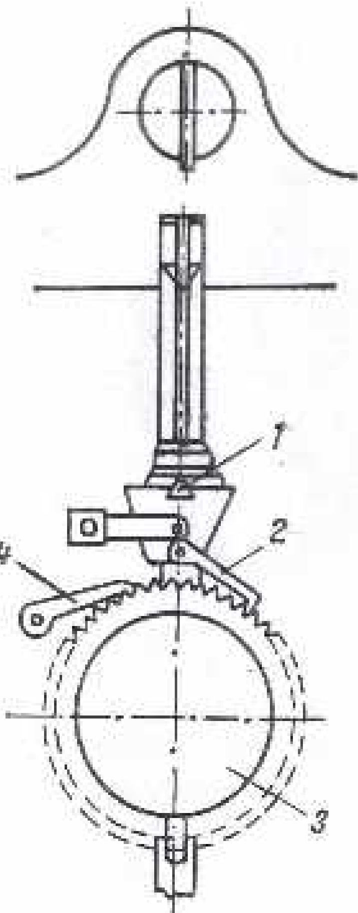


Fig. 340. Dispozitiv de transmitere a mișcării.

Aproape în toate cazurile ceasornicele principale au perioada oscilațiilor de o secundă, lungimea pendulului fiind de 994 mm și foarte rar de 3/4 s.

Precizia ceasornicelor principale este foarte ridicată, eroarea lor fiind de numai 0,5—1,5 s/24 h.

Alimentarea se face cu curent continuu de obicei la 24 V (dar poate fi 6—60 V).

2. Dispozitivul de transmitere a mișcării la indicatoare

În figura 340 este reprezentat un dispozitiv de transmitere a mișcării la indicatoarele ceasornicului principal frecvent utilizat. Ancora primește o mișcare oscilatorie de la pendul prin intermediul cheii *1* și mișcă periodic clichetul *2* care, la rîndul său rotește roata de clichet *3* dinte cu dinte spre dreapta. Clichetul *4* a fost introdus pentru reținere. Mișcarea roții de clichet *3* se transmite apoi printr-un sistem de roți dințate celor două indicatoare ale ceasornicului.

3. Contactorul

Piesa cea mai importantă a ceasornicului principal este contactorul care are rolul de a transmite impulsuri în rețeaua ceasornicelor secundare. Impulsurile pot fi transmise din minut în minut, din jumătate în jumătate de minut sau chiar din secundă în secundă.

În unele cazuri este necesar ca ceasornicele principale să fie combinate cu dispozitive de semnalizare care să dea anumite semnale cum au fi cele de începere, de încetare și de reluare a lucrului. În vederea semnalizării, se folosesc discuri contactoare în care se înșurubează la intervale dorite știfturi de contact. La ora cerută pentru semnalizare, prin aceste știfturi se închid circuitele de semnalizare respective, soneriile sau sirenele intrînd în funcțiune.

Figura 341 reprezintă schema unei rețele de ceasornice secundare montate în paralel, alimentate prin intermediul contactorului unui ceasornic principal.

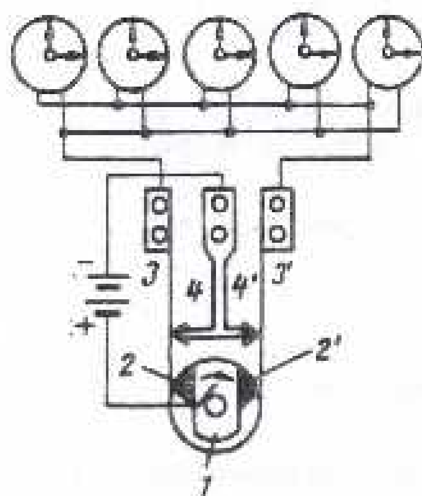


Fig. 341. Alimentarea ceasornicelor secundare prin contactor.

Piesele componente ale contactorului sînt: discul excentric de contact *1*, piesele izolante *2* și *2'* lamele elastice *3* și *3'* contactele *4* și *4'*.

Funcționarea este următoarea: discul de contact este rotit de către ceasornic într-un minut cu 180° în sensul săgeții. După ce s-a rotit din poziția de repaus cu 180°, piesa izolantă *2* va îndepărta lamela elastică din dreapta *3'* de pe contactul *4'*. Apoi discul de contact va închide circuitul ceasornicelor secundare astfel: plusul bateriei (+), discul de contact, (lamela elastică *3'*, ceasornicele secundare,) lamela elastică *3*, contactul *4* și minusul bateriei (—). In acest fel ceasornicele secundare primesc un impuls de curent de polaritate pozitivă.

Pentru funcționarea lor ceasornicele secundare trebuie să primească în minutul următor un impuls de curent de polaritate negativă. În adevăr discul rotindu-se mai departe, circuitul ceasornicelor secundare va fi întrerupt de piesa izolantă *2*, iar contactul *1* va atinge din nou lamela elastică *3'*, revenindu-se pentru un moment la poziția inițială de repaus. Rotindu-se în continuare în sensul săgeții, discul de contact face legătura lamelei elastice *3* cu polul pozitiv (+) al bateriei, circuitul închizîndu-se astfel: plusul bateriei (+), lamela elastică *3*, ceasornicele secundare, lamela elastică *3'*, contactul *4'* și minusul bateriei (—). Se observă deci că ceasornicele secundare au primit un impuls de curent de sens invers.

Un astfel de contactor poate comanda 40—80 ceasornice secundare al căror consum individual este de circa 10 mA.

La unele tipuri de ceasornice principale contactorul este acționat separat printr-un arc de greutate. Dispozitivul de contact se declanșează prin mecanismul de ceasornic din minut în minut.

B. CEASORNICE SECUNDARE

Ceasornicele secundare nu au mecanism propriu de ceasornic, ele fiind comandate electric de către ceasornicul principal. Unele tipuri folosite în birouri pot fi echipate și cu dispozitive pentru baterea orelor.

În general ceasornicul secundar, numit și ceas pui, este format dintr-un dispozitiv electromagnetic cuplat printr-un melc cu roțile dințate ale mecanismului indicatoarelor.

La dispozitivul electromagnetic sosesc din minut în minut impulsuri de curent continuu cu polaritate schimbată de la ceasornicele principale. Impulsurile fac ca rotorul dispozitivului electromagnetic să se rotească cu 180°, ceea ce atrage după sine înaintarea minutarului cu un minut. Dispozitivul de transformare a impulsurilor în rotații este asemănător cu mecanismul de transformare inversă din rotații în impulsuri electrice de la ceasornicele principale. Dispozitivul poate fi cu electromagnet polarizat sau nepolarizat. Alimentarea cu energie electrică a ceasornicelor secundare se face cu o baterie de acumulatoare de 12, 24, 48 sau 60 V, independent de rețeaua de iluminat. Tensiunea de alimentare se alege în raport cu lungimea circuitului care alimentează ceasornicele secun-

dare, admițîndu-se o cădere de tensiune de 10% și știindu-se că la un ceasornic secundar consumul este de circa 0,01 A. Se recomandă ca ceasornicele secundare să fie montate în paralel, deoarece la acest tip de montaj conductoarele fiecărui ceasornic sînt aproximativ la fel de lungi iar căderea de tensiune este aceeași, astfel încît la toate ceasornicele ajung curenți sensibili egali și nu mai este necesară potrivirea curentului fiecărui ceasornic prin rezistență.

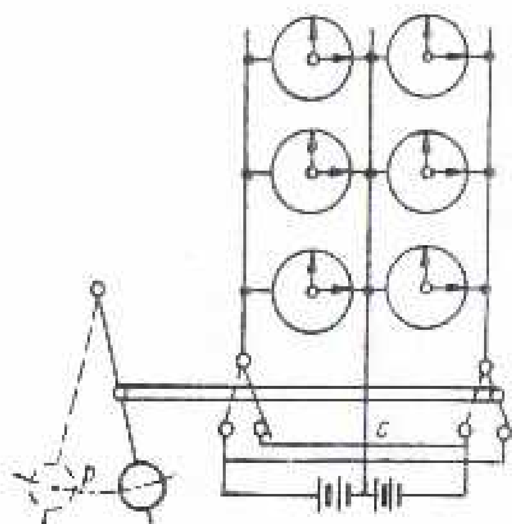


Fig. 342. Legarea ceasornicelor secundare.

În cazurile în care este nevoie de un număr mare de ceasornice secundare, se recomandă să se lege ceasornicele secundare la o rețea cu trei conductoare (fig. 342). În astfel de cazuri, dacă ambele jumătăți ale rețelei sînt egal încărcate prin conductorul din mijloc nu circulă curent, putîndu-se alege pentru acesta o secțiune mai mică decît pentru conductoarele exterioare. Contactorul ceasornicului principal este format dintr-un pendul *P* care datorită oscilațiilor acționează comutatorul *C*, iar acesta la rîndul său schimbă polaritatea impulsurilor în cele două linii pe care sînt instalate ceasornicele secundare.

Durata impulsurilor care acționează indicatoarele acestor ceasornice este de circa 1 s.

Principalele tipuri de ceasornice secundare sînt:

— cu armătură în formă de ancoră;
— cu mers tăcut;
— cu armătura polarizată;
— cu electromagnet nepolarizat;
— cu circuit de semnalizare.

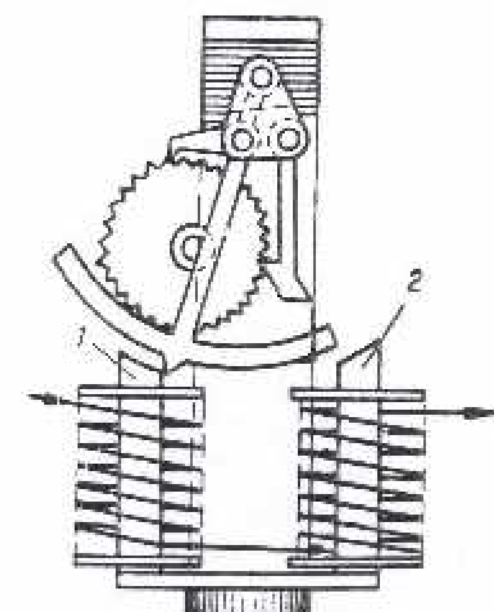


Fig. 343. Ceasornic secundar cu armătură tip ancoră.

1. Ceasornicul secundar cu armătura în formă de ancoră

Un astfel de ceasornic se compune dintr-un electromagnet polarizat format din polii *1* și *2* (fig. 343) peste care sînt așezate cîte o bobină cu sensuri de înfășurare diferite. La un impuls de curent dat de ceasornicul principal cîmpul unuia dintre magneți va fi slăbit, iar al celuilalt întărit. Armătura de oțel moale oscilează spre magnetul cu cîmp mai puternic și rotește roata de antrenare a ceasornicului cu un dinte.

La impulsul următor care sosește de la ceasornicul principal peste un minut, magnetul cu cîmpul slăbit și-l va întări, iar cel cu cîmpul întărit și-l va slăbi datorită schimbării polarității impulsului. Armătura

va fi atrasă spre celălalt magnet rotind iarăși roata cu un dinte în același sens ca în cazul precedent. Mișcarea roții de antrenare se transmite apoi printr-un sistem de roți dințate celor două indicatoare ale ceasornicului. Modul acesta de acționare cu armătura în formă de ancoră poate fi folosit la ceasornice cu cadrane oricît de mari.

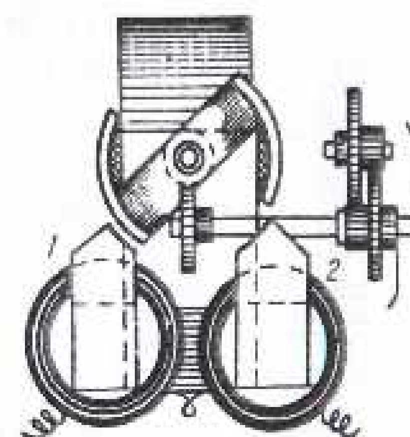


Fig. 344. Ceasornic secundar cu mers tăcut.

2. Ceasornicul secundar cu mers tăcut

Ceasornicul cu mers tăcut se compune tot dintr-un electromagnet polarizat cu polii *1* și *2* (fig. 344), armătura de oțel moale în formă de Z, un melc și sistemul de roți dințate care rotesc indicatoarele.

Modul de funcționare este următorul: la sosirea impulsului de curent de la ceasornicul principal armătura este rotită datorită cuplului creat de cei doi poli ai electromagnetului (un pol respinge iar celălalt atrage). Impulsul următor va fi de polaritate schimbată, dar armătura se va roti tot în același sens. Mișcarea armăturii este transmisă printr-un angrenaj melcat și un sistem de roți dințate la indicatoare. Din cauza mersului său liniștit, acest tip de ceasornic se folosește mai mult în camere. După necesități, el poate fi echipat și cu un dispozitiv de batere a orelor.

3. Ceasornicul secundar cu armătură polarizată

Acest tip de ceasornic (fig. 345, *a*) este tot un mecanism cu mers tăcut. Spre deosebire de primul el se compune dintr-un electromagnet obișnuit cu miezul de oțel *1* de o formă specială și înfășurarea *2*. Armătura *3* se compune dintr-un magnet permanent de formă cilindrică *4* (fig. 345, *b*) pe ale cărui capete sînt montate piesele polare *5* și *6*.

La un impuls de curent dat de ceasornicul principal, miezul *1* se magnetizează și rotește armătura *3* cu 90°. La impulsul următor de polaritate schimbată, armătura se va roti iarăși cu 90° în același sens. Această mișcare se transmite la indicatoare printr-un angrenaj cu roți dințate.

4. Ceasornicul secundar cu electromagnet nepolarizat

În figura 346 este reprezentat un ceasornic cu electromagnet nepolarizat. Electromagnetul *1*, parcurs de un impuls de curent care sosește la bornele $b_1—b_2$ de la ceasornicul principal, atrage armătura *2*. Aceasta face ca arcul *3* să se întindă și clichetul *5* să scape din dantura roții *4*. După terminarea impulsului, armătura revine în poziția sa de

repaus, iar arcul 3 trage după sine clichetul 5 care roteşte roata dinţată 4, cu un dinte spre stînga. Contrachichetul 6 serveşte la frînarea roţii 4. Impulsul următor produce o nouă deplasare a roţii cu un dinte

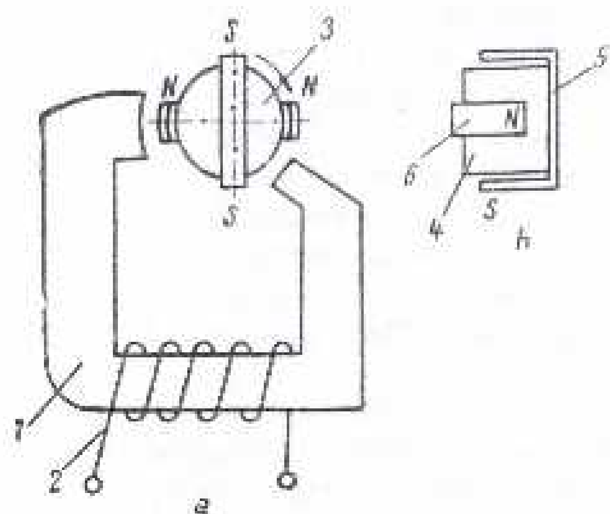


Fig. 345. Ceasornic secundar cu armătură polarizată.

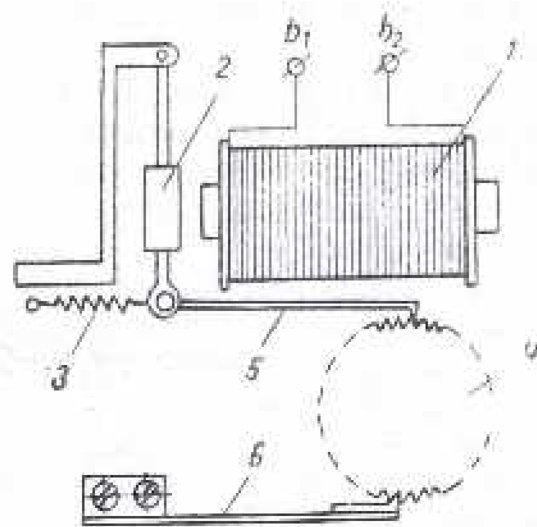


Fig. 346. Ceasornic secundar cu electromagnet nepolarizat.

spre stînga. În felul acesta, la fiecare impuls roata avansează cu un dinte, transmiţînd mişcarea printr-un sistem de roţi dinţate la indicatoare.

5. Ceasornicul secundar cu circuit de semnalizare

În unele cazuri ceasornicele secundare pot fi folosite şi pentru diverse semnalizări dacă li se adaugă în acest scop dispozitive speciale care să declanşeze semnalizarea la ora dorită.

Adaptarea aceasta nu se aplică la ceasornicele principale, pentru a nu le reduce precizia.

În figura 347 este reprezentată schema unui ceasornic secundar prevăzut cu un circuit de semnalizare. Releul termic T comandă acţionarea unui releu electromagnetic A şi se conectează la sursa de alimentare cînd braţul B intră într-una din degajările discului cu came D, care este rotit de ceasornic. Circuitul de alimentare al releului termic începe de la borna pozitivă a bateriei (+) prin braţul B, contactul de repaus a_2, înfăşurarea releului termic T, rezistenţa variabilă R şi se termină la borna negativă a bateriei (—). După 5—30 s contactul t al releului termic T se închide şi permite alimentarea releului A, care îşi comută contactele. Circuitul de alimentare al releului A pleacă de la borna pozitivă a bateriei (+) prin braţul B, contactul a_2, contactul t, înfăşurarea sa şi borna negativă a bateriei (—). Contactul a_1 se închide şi face ca releul A să se automenţină în circuit, iar contactul a_2 se deschide şi întrerupe circuitul de alimentare al releului termic T, care începe să se răcească deschizîndu-şi după un timp contactul t. După aceasta, pîrghia B pe care una dintre came o scoate din degajarea discului, întrerupe circuitul de alimentare a releului A. Apoi, după un interval de timp bine determinat, braţul B cade în degajarea următoare a discului D şi situaţia se repetă. Soneria S care este legată în paralel cu

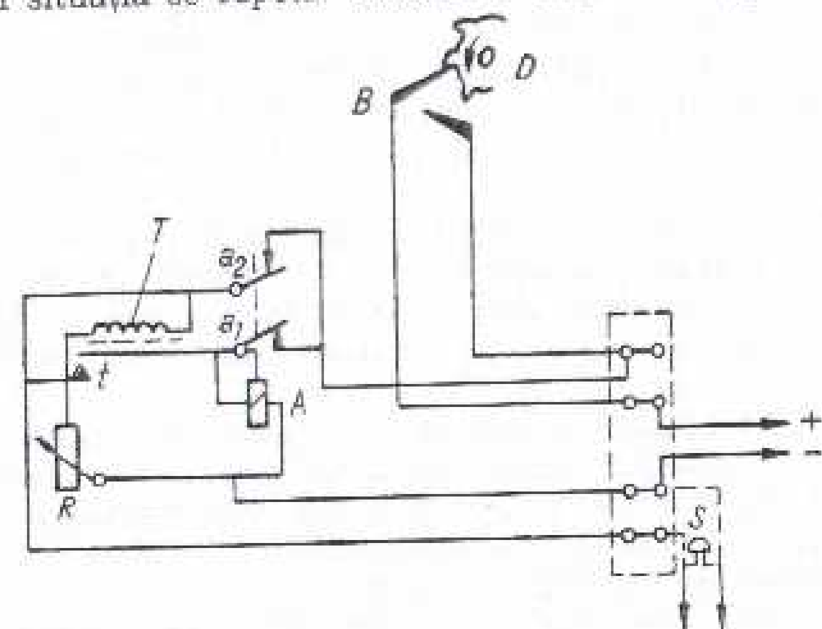


Fig. 347. Schema circuitului de semnalizare.

bobina releului termic T semnalizează din timp în timp cînd releul T este alimentat. Rezistenţa variabilă R are rolul de a regla curentul ce trece prin releul termic, deci reglează timpul de acţionare a releului.

Pe lîngă tipul de ceasornic secundar cu un sigur circuit de semnalizare descris mai sus, mai există tipuri prevăzute cu mai multe circuite de semnalizare.

C. CENTRALE DE CEASORNICE ELECTRICE

Dacă este necesar ca ora exactă să fie dată în multe locuri, nu se mai foloseşte un ceasornic prinicipal, ci o centrală de ceasornice electrice care comandă cîteva circuite de ceasornice secundare, pe fiecare circuit putînd fi montate pînă la 50 de ceasornice secundare.

O astfel de centrală este compusă dintr-un ceasornic principal obişnuit, un al doilea ceasornic principal de rezervă, cîte un ceasornic secundar de control pentru fiecare circuit de ceasornice secundare, relee pentru comutarea mersului de pe ceasornicul principal pe cel principal de rezervă, sursă de alimentare, relee pentru supravegherea alimentării, relee pentru controlul automat al impulsurilor, ampermetru şi voltmetru.

Din punctul de vedere al numărului de ceasornice secundare comandate se deosebesc

— centrale mici care pot comanda pînă la maximum 60 de ceasornice secundare;

— centrale mijlocii care au 60—180 de ceasornice secundare subordonate;

— centrale mari care comandă peste 180 de ceasornice secundare.

Centralele mici se compun dintr-un ceasornic principal și unul de rezervă; centralele mijlocii și mari conțin pe lîngă cele două ceasornice principale, un tablou de distribuție și un sistem de sincronizare a mersului ceasornicului principal cu cel al ceasornicului principal de rezervă.

Prin ceasornicul său principal centrala transmite impulsuri pe liniile ceasornicelor secundare, fie direct, fie prin tabloul de distribuție. De obicei impulsurile se transmit din minut în minut, mai rar din jumătate de minut în jumătate de minut, și uneori chiar din secundă în secundă.

Dacă ceasornicul principal se oprește din cauza unui deranjament oarecare, comanda ceasornicelor secundare trece automat la ceasornicul principal de rezervă. Pana ceasornicului principal este semnalizată și se poate trece la înlăturarea deranjamentului fără să se producă vreo perturbare în mersul rețelei de ceasornice secundare.

Unele centrale sînt completate cu dispozitive care semnalizează automat începutul și sfîrșitul programului de lucru, eventualele întreruperi planificate pentru masă etc.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce se compune o instalație de ceasornice?
2. Unde se folosesc instalațiile de ceasornice?
3. Care sînt părțile principale ale ceasornicului principal?
4. Cum funcționează contactorul?
5. Ce este un ceasornic secundar?
6. Care sînt principalele tipuri de ceasornice secundare?
7. Cum funcționează ceasornicul cu mers tăcut?
8. Din ce este alcătuit circuitul de semnalizare?
9. Ce este o centrală de ceasornice electrice?
10. Din ce se compune o centrală de ceasornice?

CAPITOLUL VI

ETALOANE DE TIMP ȘI ORA EXACTĂ

1. Definiția secundei

În anumite domenii ale științei și tehnicii (fizică, electronică, tehnica transmisiunilor etc.), este necesar ca intervalele de timp să fie măsurate cu foarte mare precizie. În consecință a apărut necesitatea ca

unitatea fundamentală pentru măsurarea timpului (secunda) să primească o definiție nouă pe baze fizice care să satisfacă pretențiile de precizie.

Înainte de a da noua definiție a secundei, este util să se urmărească cum a evoluat această definiție în decursul timpului.

Prima definiție a secundei (secunda universală) ca a 86 400 parte a unei zile solare medii se baza pe concepția că pămîntul se rotește cu viteză constantă în jurul axei proprii și că axa de rotație își păstrează poziția neschimbată în corpul terestru. Deoarece aceste două condiții nu sînt îndeplinite (după cum s-a constatat ulterior) nici secunda astfel definită nu rămîne constantă într-un interval de timp mai îndelungat.

Pentru a elimina acest neajuns Comitetul internațional pentru Măsuri și Greutăți a dat în 1956 o nouă definiție a secundei și anume: secunda este fracțiunea 1/31 556 925,9147 a anului tropic 1900 (ianuarie 0, la ora 12, timpul efemeridelor).

În această definiție a secundei efemeridice anul tropic este intervalul de timp între două treceri succesive ale Soarelui prin Echinocțiul de primăvară, iar timpul efemeridelor este timpul care permite suprapunerea poziției observate a lunii cu cea calculată.

Secunda astfel definită rezultă din timpul de revoluție al Pămîntului în jurul Soarelui și se obține prin determinări astronomice ca și în cazul primei definiții, dar spre deosebire de aceasta se determină într-un interval mai mare și cu o precizie mai mare. Astfel pentru a se ajunge la o precizie de $1 \cdot 10^{-9}$ sînt necesare determinări care durează trei ani.

În ultimii ani s-au obținut frecvențe atomice sau moleculare cu o precizie de $1 \cdot 10^{-13}$. Datorită preciziei ridicate este posibil să se definească secunda atomică și timpul atomic. Timpul atomic este foarte potrivit pentru fizică și electronică unde se cere o precizie relativă foarte mare la măsurarea intervalelor scurte de timp.

La definirea timpului trebuie să se țină seamă de două puncte de vedere. Secunda definește în primul rînd un interval de timp. Prin aceasta este posibil să se determine durata evenimentelor independent de loc și moment. Pe de altă parte este nevoie și de o scală a timpului pentru a se putea indica momentul în care au loc evenimentele sau pentru a se determina pretutindeni aceeași epocă.

Cu ajutorul secundei atomice se pot măsura foarte precis intervale scurte de timp. Pentru măsurarea intervalelor mari însă și pentru determinarea epocilor ar trebui să se introducă o scală de timp atomică alegîndu-se drept origine a timpului (de la care începe măsurarea) un moment oarecare. O astfel de scală are o utilitate practică redusă pentru că cu ajutorul ei nu se pot determina evenimentele trecute iar în viitor între timpul atomic și timpul universal apar diferențe care se măresc o dată cu trecerea timpului, ajungîndu-se la situații ca Soarele să ajungă la punctul maxim nu la ora 12 ci la un timp atomic mereu altul.

Avîndu-se în vedere precizia foarte ridicată a frecvențelor de oscilații atomice, Conferința Generală pentru Măsuri și Greutăți din 1967 a hotărît folosirea frecvenței atomului de cesiu 133 pentru măsurarea intervalelor de timp.

Frecvenţa a fost stabilită cu ajutorul secundei efemeridice determinată prin observaţii făcute timp de peste trei ani la 9 192 631 770±20 Hz. Timpul atomic astfel definit corespunde cu timpul efemeridic în limitele erorilor de măsurare.

Datorită inconvenientelor celor trei definiţii ale timpului, în momentul de faţă se folosesc:

— timpul universal în toate domeniile de activitate în afară de astronomie şi experienţe ştiinţifice;
— timpul efemeridelor în astronomie;
— timpul atomic în experienţele ştiinţifice de mare precizie.

2. Etaloane noi de timp

Între două determinări ale timpului prin observaţii astronomice, ora exactă este păstrată cu ajutorul unor ceasornice foarte precise. Ceasornicele cu pendul folosite în acest scop sînt pe cale să fie înlocuite cu altele mai precise — ceasornicele cu cuarţ.

a. **Ceasornicul cu cristal de cuarţ** are precizia de acelaşi ordin de mărime cu determinările astronomice, şi de aceea el poate fi asimilat cu un etalon de timp.

Principiul lui de funcţionare se bazează pe efectul piezoelectric al cristalelor de cuarţ. După cum se ştie din fizică, pe suprafeţele unui cristal de cuarţ supus la întindere sau compresiune apar sarcini electrice de semn contrar. Polaritatea suprafeţelor se schimbă dacă se trece de la compresiune la întindere. Acest efect este reversibil, adică dacă se aplică o diferenţă de potenţial între două feţe ale cristalului de cuarţ, acesta se comprimă sau se dilată în funcţie de polaritatea tensiunii aplicate. Dacă cristalului i se aplică o tensiune alternativă el se va dilata şi comprima cu frecvenţa tensiunii aplicate, adică va începe să oscileze. Oscilaţia va avea amplitudinea maximă cînd frecvenţa tensiunii aplicate corespunde cu frecvenţa proprie de oscilaţie a cristalului (rezonanţă). Aceasta este frecvenţa de lucru a ceasornicului cu cuarţ. Ea depinde de dimensiunile cristalului variind între 10 kHz şi 5 MHz şi rămîne constantă dacă nu intervin influenţe exterioare ca: tensiunea de alimentare, temperatură, acceleraţia gravitaţională etc.

Curentul electric alternativ produs de generatorul cu cuarţ denumit şi generator piezoelectric este amplificat în mai multe circuite de aplificare cu tuburi elecronice sau transistoare şi folosit la alimentarea unui motor sincron care comandă un contactor ce închide un circuit electric în fiecare secundă. Prin intermediul acestui circuit se transmite mişcarea la indicatoare.

Generatorul piezoelectric se compune dintr-un generator de înaltă frecvenţă (cu circuit oscilant) care este reglat la frecvenţa de oscilaţie a cristalului de cuarţ. La cea mai mică variaţie a frecvenţei generatorului apare o diferenţă de frecvenţă faţă de cea a cristalului care acţionează asupra regulatorului obligînd generatorul să revină la frecvenţa normală.

Ceasornicele cu cuarţ sînt foarte precise, eroarea lor în 24 h nu depăşeşte 0,001 s sau chiar 10^{-5} s.

b. **Ceasornicele atomice şi moleculare.** Deoarece etaloanele clasice de timp legate de mişcările corpurilor cereşti nu sînt suficient de precise s-au căutat etaloane mai precise.

Fenomenele fizice care au loc la nivelul moleculei sau atomului nu depind de factorii externi şi au o mare stabilitate, de aceea s-au căutat să se folosească la realizarea unor noi etaloane de timp. Substanţele radioactive îşi micşorează masa în procesul dezintegrării. Timpul în care masa lor se reduce la jumătate se numeşte timp de înjumătăţire care diferă de la o substanţă la alta. Perioada de înjumătăţire variază de la fracţiuni de secundă la unele substanţe, la miliarde de ani la altele dar rămîne constantă la aceeaşi substanţă.

Perioada de înjumătăţire poate fi luată ca etalon de timp dar spre deosebire de alte etaloane radioactivitatea scade în intensitate după fiecare perioadă de înjumătăţire astfel încît după 8—10 perioade, nu se mai pot efectua măsurările cu suficientă precizie.

Din cauza acestui inconvenient s-au căutat alte fenomene atomice care rămîn constante şi ca intensitate.

Electronii se rotesc în atom în jurul nucleului pe anumite orbite bine determinate. Energia electronilor depinde de orbita pe care se rotesc. Cînd un electron sare de pe o orbită cu energie mai mare pe una cu energie mai mică, diferenţa de energie o eliberează sub forma unor radiaţii. Frecvenţa acestor radiaţii depinde de natura atomului şi este aceeaşi la toţi atomii de acelaşi fel. Ea este foarte ridicată (de ordinul 10^{15} Hz), riguros constantă şi nu este influenţată de factori externi ca temperatură, presiune, gravitaţie etc. Datorită acestor calităţi, frecvenţa de radiaţie atomică poate fi utilizată ca etalon de timp. Singurul dezavantaj al etaloanelor atomice sau moleculare este frecvenţa foarte înaltă care nu poate fi demultiplificată uşor. Deoarece frecvenţa oscilaţiilor moleculare este în general de 10 000 ori mai mică decît cea atomică s-au folosit prima dată ceasornice moleculare. Numai în urma progresului realizat în electronică s-au construit primele ceasornice atomice (cu cesiu).

La ceasornicele obişnuite unde regulatorul efectuează un număr de 1—5 oscilaţii pe secundă (pendul, balansier) transmiterea mişcării regulatorului la indicatoare este foarte simplă cu ajutorul unui sistem de roţi dinţate. La ceasornicele cu cuarţ frecvenţa de oscilaţie a regulatorului este foarte ridicată, mişcarea nu se mai poate transmite direct fiind necesară o demultiplicare a frecvenţei.

În cazul atomului de cesiu frecvenţa de oscilaţie fiind de peste 9 miliarde herţi nici un dispozitiv mecanic sau electric nu poate transforma direct această mişcare oscilatorie într-o mişcare lentă de rotaţie a indicatoarelor unui ceasornic.

De aceea s-a folosit un generator de înaltă frecvenţă cu cuarţ ale cărui oscilaţii pot fi demultiplicate şi ale cărui variaţii sînt stabilizate cu ajutorul oscilaţiilor atomului de cesiu.

Ceasornicul atomic cu cesiu (fig. 348, *a*) folosește ca element de stabilizare a frecvenței oscilatorului cu cuarț un rezonator cu cesiu (fig. 348, *b*).

Acest rezonator se compune dintr-o sursă de radiație *S* (un cuptor) din care atomii de cesiu ies sub formă de vapori printr-un orificiu. Fiecare atom de cesiu poate fi privit ca un mic magnet datorită rotirii

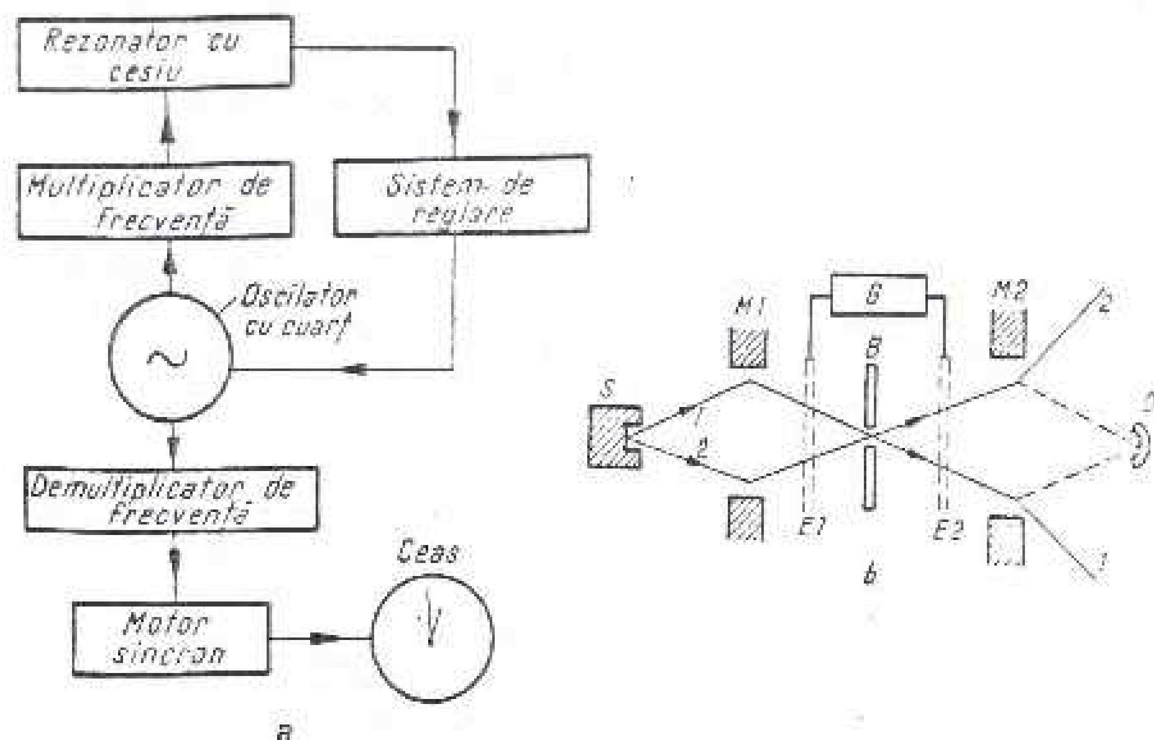


Fig. 348. Schema ceasornicului atomic.

electronilor. Polaritatea acestor magneți depinde de sensul de rotire al electronilor. Atomii ieșiți prin orificiu se deplasează în vid pînă cînd ajung în cîmpul magnetic al magnetului M_1 unde sînt deviați în funcție de polaritatea lor. Pentru funcționarea rezonatorului interesează numai fasciculele *1* și *2*. Din toți atomii fasciculului *1* numai cei cu polaritatea 1 pot trece prin orificiul blendei *B*, ceilalți sînt opriți de ea. Tot așa în fasciculul *2* numai atomii cu polaritatea 2 pot trece. În cîmpul magnetului M_1 atomii cu poliaritatea 1 sînt deviați în jos iar cei cu polaritatea 2 în sus și trec astfel prin blendă pînă în dreptul magnetului M_2 care produce aceeași deviere ca și magnetul M_1. Între cei doi magneți se află doi electrozi E_1 și E_2 care sînt conectați la generatorul de unde *G*. Cînd undele nu au frecvența de rezonanță nu se întîmplă nimic, adică toți atomii își păstrează polaritatea inițială și vor fi deviați ca atare (linia continuă în figură). Dacă undele produse de generatorul *G* au exact frecvența de oscilație a atomilor de cesiu (frecvența de rezonanță) atunci se schimbă polaritatea atomilor și magnetul M_2 deviază fasciculele astfel (linie întreruptă) încît să cadă pe detectorul *D*.

Cu cît frecvența generatorului *G* este mai apropiată de frecvența caracteristică a atomilor de cesiu cu atît detectorul *D* va fi mai puternic excitat.

În ceasornicul atomic generatorul *G* se compune din oscilatorul cu cuarț și multiplicatorul de frecvență iar detectorul *D* menține prin sistemul de reglare riguros constantă frecvența oscilatorului cu cuarț. Frecvența oscilatorului este demultiplicată și ea pune în mișcare un motor sincron care antrenează ceasornicul.

Precizia ceasornicului atomic este de ordinul a 10^{-11} s.

3. Ora exactă

Ceasornicarul trebuie să regleze ceasornicele noi, reparate sau curățate astfel încît abaterile să se încadreze în cîmpul de toleranțe admis. Reglarea se face după un ceasornic etalon, fie după semnalele transmise prin posturile de radio.

În primul caz atelierul de reparat trebuie să dispună de un ceasornic precis cu pendul sau cronometru de marină. Pentru a se obține o precizie cît mai mare ceasornicul reglat se compară cu ceasornicul etalon un timp mai îndelungat (24 h).

Nu se recomandă folosirea stoperelor la operații de reglare tocmai prin faptul că nu se pot măsura decît intervale scurte de timp. Chiar și ceasornicele reglate cu ajutorul aparatelor electronice (regloscop, vibrograf) trebuie verificate după un ceasornic etalon (sau semnalele radio) după 24 h de funcționare.

Transmiterea orei exacte în cadrul emisiunilor de radio se face cu ajutorul instalației electrice, reprezentată schematic în figura 349.

Instalația electrică se compune dintr-o roată minutară *R*, un electromagnet *E*, butonul *B* și releele R_1 și R_2.

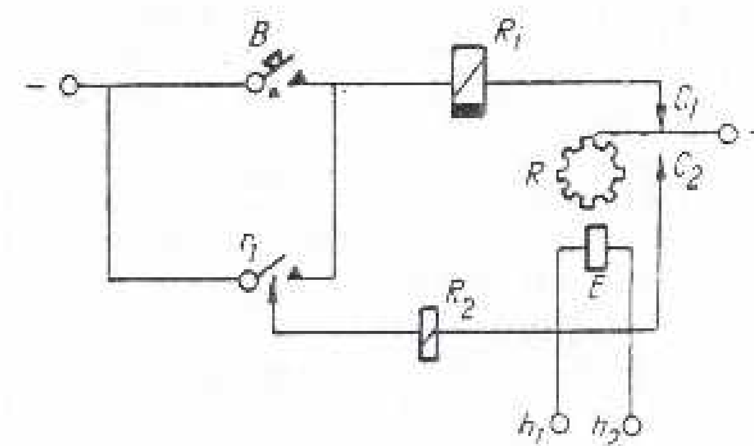


Fig. 349. Schema instalației electrice pentru transmiterea orei exacte.

Roata minutară *R* primește prin electromagnetul *E* cîte un impuls la fiecare minut de la un ceasornic primar etalon (bornele h_1, h_2) și datorită faptului că este prevăzută cu dinți închide în fiecare minut contactul C_1.

În momentul dorit pentru transmiterea semnalului de oră exactă se apasă pe butonul *B* cu puțin timp înainte de împlinirea minutului. Re-

leul R_1 primește alimentarea de la borna pozitivă a bateriei prin contactul C_1 închis, butonul B, borna minus a bateriei. După ce se ridică mîna de pe butonul B releul R_1 se automenține prin contactul propriu r_1, iar la împlinirea minutului se închide contactul C_2. Din acest moment releul R_2 este alimentat de la borna pozitivă a bateriei prin contactul C_2. Circuitul se închide prin contactul r_1 la borna negativă a bateriei. Releul R_2 este anclanșat și armătura sa acționează asupra dispozitivului de producere a semnalelor. În același timp contactul C_1 în poziția deschis întrerupe circuitul releului R_1, ceea ce duce la deschiderea contactului r_1 cu o mică întîrziere și R_2 este scos de sub curent.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este definiția secundei?
2. Care este principiul de funcționare al ceasornicului cu cuarț?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicului atomic?
4. Cum se face reglarea ceasornicelor?
5. Cum se transmite ora exactă la radio?

CAPITOLUL VII

REPARAREA CEASORNICELOR ELECTRICE

1. Generalități

Ceasornicele electrice se răspîndesc din ce în ce mai mult. Desigur și ele trebuie întreținute, curățate și reparate. Deoarece atît repararea părților mecanice cît și a celor electrice se face în aceleași ateliere, ceasornicarul reparator trebuie să știe să depisteze și defectele dispozitivelor electrice și să le remedieze. Pentru a putea realiza acest lucru, atelierul trebuie să fie dotat cu anumite instrumente și scule specifice:

— instrumente pentru măsurări electrice (voltmetru, ampermetru, ohmetru sau avometru);
— tablou cu surse de energie de diferite tensiuni;
— set de șurubelnițe cu mînere izolate;
— clește combinat cu brațe izolate;
— clește de tăiat cu brațe izolate;
— ciocan de lipit.

Drept surse de alimentare în ateliere se folosesc baterii uscate (pentru curent continuu) și rețeaua de distribuție (pentru curent alternativ).

Deoarece ceasornicele de reparat sînt de diferite tipuri, atelierul trebuie să dispună de diferite tensiuni de alimentare.

Un tablou de alimentare simplu de executat este prezentat în principiu în figura 350. Acest tablou asigură următoarele tensiuni:

1,5, 3 și 6 V tensiune continuă constantă;
de la 0 la 3 V tensiune continuă reglabilă;
3, 5, 8, 110, 220 V tensiune alternativă constantă;
de la 0 la 8 V tensiune alternativă reglabilă.

Tabloul trebuie să fie prevăzut cu cabluri izolate de diferite lungimi prevăzute la capete cu cleme de prindere.

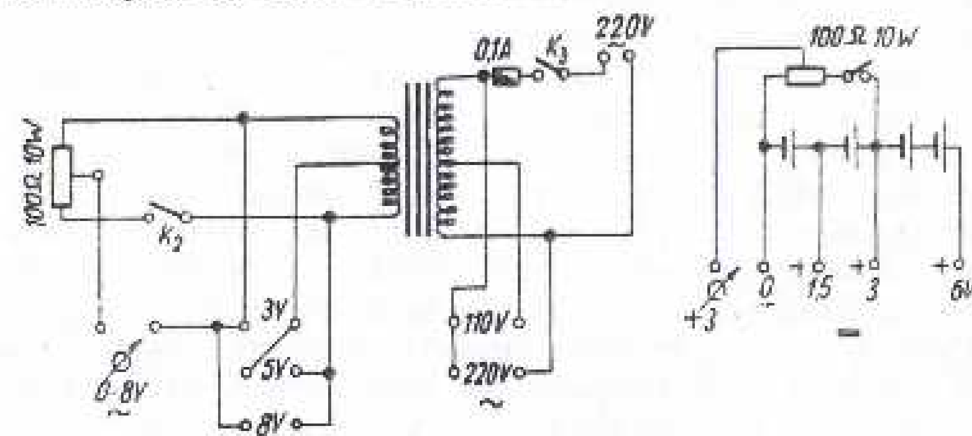


Fig. 350. Tablou de alimentare.

La verificarea ceasornicelor, atît la măsurarea tensiunii cît și a curentului, polul pozitiv al bateriei trebuie legat la borna pozitivă (+) a aparatului, iar polul negativ la borna negativă. Dacă se folosește un aparat cu care se poate măsura atît curentul continuu cît și alternativ, comutatorul trebuie rotit la semnul (=) cînd se măsoară curentul continuu și la semnul (≈) cînd se măsoară curentul alternativ. În cazul aparatelor cu mai multe domenii de măsurare, măsurarea se începe totdeauna cu domeniul cel mai mare; dacă acul indicator se deplasează puțin pe scară, se comută aparatul la domeniul imediat următor. Dacă indicațiile acului sînt încă mici, se continuă comutarea pînă cînd acul indicator se află în a doua treime a scării și numai atunci se citesc indicațiile aparatului. Valoarea mărimii măsurate nu coincide totdeauna cu indicațiile citite pe aparat, ci uneori ea trebuie calculată. De exemplu, dacă se măsoară tensiunea cu un voltmetru comutat la domeniul de 5 V și indicatorul arată 27 pe scara cu 30 diviziuni, atunci valoarea tensiunii măsurată va fi $\frac{5}{30} \cdot 27 = 4{,}5$ V. Deci pentru a se afla valoarea măsurată se împarte domeniul la numărul de diviziuni al scării și se înmulțește cu indicația acului.

La măsurarea rezistențelor cu avometrul un capăt al rezistenței se leagă la borna + și celălalt la borna însemnată cu Ω iar aparatul trebuie să fie comutat pentru măsurarea rezistențelor. Înainte de măsurare cele două palpatoare se ating și acul indicator trebuie să arate „0“, în caz contrar se reglează indicatorul.

Dacă se măsoară rezistența unui element de circuit și aparatul indică „0“ înseamnă că elementul respectiv este scurtcircuitat, iar dacă indică „∞“ este întrerupt.

2. Repararea contactoarelor

Contactoarele intră în construcţia majorităţii ceasornicelor electrice. Cele mai multe defecte ale ceasornicelor electrice se datoresc contactoarelor. Funcţionarea defectuoasă poate avea mai multe cauze:

— suprafeţele de contact sînt oxidate, unse cu ulei sau murdare;
— forţa de apăsare a contactului este prea mică;
— apar scîntei la întreruperea contactului.

Suprafeţele contactoarelor se vor spăla cu o cîrpă care nu lasă scame, muiată în alcool sau alte soluţii care nu conţin ulei (benzina conţine totdeauna puţin ulei). După uscare, contactele spălate se vor verifica cu lupa dacă sînt arse adică conţin puncte negre mărunte. Acestea se vor îndepărta prin polizare cu hîrtie abrazivă foarte fină (500—600) fără însă a se modifica forma contactelor. După polizare conctactele se degresează, după care nu mai este admisă atingerea lor cu mîna.

Forţa de apăsare a contactelor are o importanţă foarte mare. Dacă ea este prea mică contactorul nu funcţionează sigur (creşte rezistenţa de contact), iar dacă este prea mare produce o frînare mare a mecanismului de ceasornic. Reglarea forţei de apăsare se realizează prin îndoirea arcurilor (lamelelor) contactorului.

Pentru orientare se dau valorile optime ale forţei de apăsare a contactelor pentru cîteva tipuri de ceasornice:

— ceasornice armate cu electromagneţi de curent continuu	10—20 cN (gf);
— ceasornice armate cu motor cu colector	4—6 cN (gf);
— ceasornice principale	30—60 cN (gf);
— ceasornice cu pendul cu acţionare directă	2—4 cN (gf);
— ceasornice de mînă	0,1—0,2 cN (gf);

Un contact bine reglat trebuie să aibă rezistenţa mai mică de 0,2 Ω. Contactele reglate trebuie să fie urmărite în funcţionare. Dacă apar scîntei trebuie măsurat condensatorul de amortizare, iar dacă condensatorul este străpuns se va înlocui cu altul nou.

3. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu electromagnet

Înainte de a se începe demontarea ceasornicului, trebuie verificată poziţia în care s-a oprit. Dacă contactele sînt deschise înseamnă că ceasornicul s-a oprit armat; în acest caz este vorba de un defect mecanic (uzură, murdărie, îngroşarea uleiului, cep strîmb etc.) care trebuie depistat şi înlăturat ca şi la ceasornicele mecanice.

Dacă contactele sînt închise, ceasornicul poate avea unul sau mai multe din următoarele defecte:

1) *Bateria este epuizată*. Se demontează bateria şi i se măsoară tensiunea. Dacă tensiunea măsurată este sub 80% din cea nominală (marcată) se înlocuieşte bateria. Înainte de a se monta bateria nouă se curăţă locaşul şi contactele. Dacă bateria a fost epuizată, se verifică dacă a fost o epuizare normală sau bateria s-a uzat înainte de termen. Pentru aceasta, atunci cînd se introduce o baterie nouă se va zgîria pe ea data montării.

O baterie în condiţii normale de funcţionare se epuizează după 1—1,5 ani.

Epuizarea prematură a bateriei poate avea următoarele cauze:

— frecări mari în mecanismul de armare (uzură, ulei uscat, murdărie, armătura electromagnetului atinge scheletul etc.);
— întrefierul între armătură şi miezul electromagnetului prea mare (peste 1 mm);
— blocarea armăturii electromagnetului în poziţie cînd circuitul electric este închis. În acest caz bateria se descarcă în cîteva ore.

2) *Contactorul este defect*. Se respectă indicaţiile de la § 2.

3) *Circuitul electric este întrerupt*. Pentru a depista locul întreruperii se măsoară rezistenţa fiecărui element de circuit.

La ceasornicele cu armare electrică înfăşurarea (armarea) cît şi desfăşurarea arcului motor sînt limitate. Cînd se înlocuieşte arcul rupt cu unul nou trebuie să se păstreze aceeaşi tensiune iniţială în arc. Cînd limitatorul opreşte desfăşurarea arcului, tensiunea lui trebuie să imprime balansierului un unghi de oscilaţie de cel puţin 500°. Pentru a se înlocui repede arcul fără multe încercări se recomandă ca înainte de a se demonta mecanismul motor să se însemneze poziţiile tuturor pieselor acestui mecanism, iar după introducerea arcului nou ele să fie montate în aceleaşi poziţii.

4. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu motor

a. **Ceasornice alimentate de la baterie.** Şi la aceste ceasornice se începe prin verificarea tensiunii bateriei, colectorului şi arcului motor (armat sau nearmat).

Dacă arcul este armat, ceasornicul are un defect la partea mecanică.

Dacă arcul este desfăşurat şi contactoarele sînt închise ceasornicul poate să aibă:

— contactorul defect (ars, murdar, forţa de apăsare prea mică etc.);
— rotorul motorului blocat. Se demontează motorul şi se încearcă rodarea lui. Dacă nu se obţin rezultate, motorul trebuie înlocuit deoarece aceste motoare sînt nedemontabile şi nu se pot repara;
— înfăşurarea motorului arsă. Rotorul se roteşte uşor, însă motorul cuplat la curent nu porneşte; şi în acest caz motorul se înlocuieşte;
— roata melcată gripată. Se demontează şi se curăţă lagărele.

În afară acestor defecte, cînd ceasornicul se opreşte, mai intervine situaţia în care bateria se epuizează repede. Aceasta se datoreşte fie contactorului care nu întrerupe curentul şi lasă motorul sub tensiune, fie frecărilor mari în mecanismul de armare. Dacă frecările sînt cele normale, mecanismul de armare trebuie să funcţioneze corect la 80% din tensiunea nominală a bateriei.

b. **Ceasornicele alimentate cu curent alternativ.** Aceste ceasornice sînt robuste şi se defectează foarte rar. Defectele mai frecvente sînt:

— discul fulează şi atinge electromagnetul. Se va centra discul;
— lagărele în care este montat discul cu axul său sînt uzate;

— bobina electromagnetului este întreruptă (arsă). Dacă se măsoară rezistența ei, aparatul indică infinit. În acest caz bobina trebuie înlocuită. Dacă nu se dispune de una identică trebuie să se execute una după date înscrise pe bobina defectă (diametrul sîrmei și numărul de spire). În cazul cînd pe bobina arsă nu sînt trecute aceste date, ele se vor stabili prin măsurarea diametrului sîrmei și prin numărarea spirelor în timpul desfășurării bobinei arse. Se remarcă că o abatere pînă la 20% a numărului de spire nu influențează prea mult funcționarea.

5. Repararea ceasornicelor cu acționare directă

Ceasornicele cu acționare directă cu contactoare sînt foarte sensibile, partea lor cea mai delicată fiind contactoarele.

Forța de apăsare a contactelor trebuie să fie foarte mică, deoarece frînează oscilațiile. Din această cauză orice urmă de murdărie sau de ulei scoate contactorul din funcțiune. O atenție deosebită trebuie să se acorde ungerii pieselor din apropierea contactorului pentru a se elimina orice surplus de ulei care, prin întindere, ar putea ajunge pe contactor.

Ceasornicele cu tranzistoare se defectează cu mult mai rar. Durata de serviciu a unui tranzistor este cu mult mai mare decît a mecanismului de ceasornic. De aceea practic la aceste ceasornice apar numai defecte mecanice.

Dacă totuși trebuie să se înlocuiască un tranzistor, datorită deteriorării mecanice, se va folosi unul identic. Lipirea legăturilor trebuie să se facă cu foarte mare atenție pentru ca tranzistorul să nu se încălzească. De aceea nu este admis să se scurteze picioruşele tranzistorului. În timpul lipirii, piciorul trebuie ținut cu un cleşte lat care să preia căldura. Lipirea se va face cu cositor uşor fuzibil folosindu-se colofoniul ca decapant. Alte metode de lipire nu sînt admise.

6. Repararea ceasornicelor sincrone

Ceasornicele sincrone fiind simple și robuste se defectează greu. Totuși la o exploatare îndelungată pot să apară unele defecte ca:

— ceasornicul se oprește uneori, cu toate că nu s-a întrerupt curentul. În acest caz defectul trebuie căutat la fișa de contact și în cablul de legătură. Se va mișca fișa în priză pentru constatarea eventualelor poziții de întrerupere a curentului;

— ceasornicul produce un mic zgomot. Se oprește ceasornicul și se încearcă rotirea motorului cu mîna. El trebuie să se rotească ușor. Dacă se rotește greu, se demontează rotorul, se curăță cepurile și lagărele, se îndreaptă eventualele cepuri strîmbe, se montează la loc și se unge;

— ceasornicul produce un zgomot puternic. În acest caz lagărele motorului sînt uzate și rotorul atinge părțile fixe ale ceasornicului. Trebuie executate lagăre noi;

— bobina este arsă. Se înlocuiește sau se rebobinează.

La montare, toate piesele ceasornicului trebuie să fie bine fixate, șuruburile strînse, deoarece altfel vibrează producînd un zgomot care se amplifică de către carcasa ceasornicului.

Ceasornicele sincrone, fiind alimentate direct de la rețea nu este admisă demontarea ceasornicului în timp ce este sub tensiune, fiind pericol de electrocutare. Orice reglare și verificare se va efectua cu scule cu minere izolate.

7. Repararea ceasornicelor electrice de mînă

Ceasornicele de mînă acționate electric fiind de foarte multe tipuri, demontarea, repararea și montarea lor se face diferit, adecvat fiecărui tip în parte. Este foarte greu ca ele să fie tratate separat, de aceea se vor descrie numai acele defecte și metode de reparare care sînt comune tuturor.

Bateria epuizată se înlocuiește prin deșurubarea șurubului de fixare; bateria iese singură fiind împinsă de un arc. Înainte de a se monta bateria nouă, locașul trebuie bine curățat, deoarece el face legătura cu unul dintre polii bateriei. Pentru curățirea locașului se folosesc soluții de degresare care nu conțin ulei (alcool, eter etc.). La montarea bateriei trebuie să se țină seamă de poziția polilor. Polul pozitiv se leagă totdeauna de scheletul ceasornicului. Este indicat ca la schimbarea bateriei să fie zgîriată data operației pe bateria introdusă pentru a se avea un indiciu asupra stării ceasornicului la reparația următoare.

Demontarea ceasornicului începe prin demontarea podului secundar după care se poate scoate balansierul. Restul mecanismului se demontează ca și la ceasornicele mecanice. La unele tipuri, blocul electronic montat pe o plăcuță de textolit poate fi demontat imediat după ridicarea podului secundar. În timpul demontării nu este admis ca magneții să fie mișcați deoarece cîmpul magnetic se modifică iar ceasornicul nu va mai funcționa corect. De asemenea nu este admis să se demonteze arcurile contactoare de pe suportul lor, deoarece reglarea lor este foarte dificilă.

Bobina montată pe roata oscilatoare este foarte sensibilă. Nu se admite atingerea ei cu penseta sau alte scule dure care ar putea zgîria stratul izolator. Curățirea balansierului se face în mașina de curățat, cu soluții de dregresare care nu atacă lacul de izolare al sîrmei bobinei.

Înainte de montare, contactele electrice se vor șterge cu o cîrpă fără scame îmbibată în alcool. După aceea se verifică cu o lupă sau microscop de buzunar care mărește de 12 ori toate suprafețele magneților și se îndepărtează cu ajutorul celofanului gumat pilitura de fier atrasă de magneți.

Ungerea ceasornicelor electrice de mînă trebuie făcută cu foarte mare precauție. Se vor unge numai locurile strict necesare cu cantități reduse de ulei, pentru a se preveni astfel răspîndirea lui în timpul exploatării. Este interzis să se ungă suprafețele de contact ca: lamelele contactoare, roata contactoare, cama de comandă de pe balansier etc. Din date statistice s-a dedus că jumătate din defectele ceasornicelor electrice de mînă sînt cauzate de acoperirea suprafețelor de contact cu ulei sau murdărie.

Controlul la părțile electrice ale ceasornicelor de mînă se începe tot de la baterie. De obicei tensiunea ei este de 1,55 V și ea se va înlocui numai dacă tensiunea a scăzut cu mai mult de 10%.

Elementul cel mai important al circuitului electric este bobina de pe roata oscilatoare. Pentru a se măsura rezistenţa ei se ating cu palpatoarele ascuţite (vîrfurile de ac) ale aparatului de măsurat cele două capete ale bobinei. Capetele bobinei se găsesc de obicei pe obada roţii oscilatoare şi pe cama balansierului. O abatere măsurată de $\pm 10\%$ faţă de valoarea nominală a rezistenţei nu înseamnă un defect. Bobina este defectă cînd aparatul de măsurat indică sau infinit (bobina este întreruptă), sau o valoare foarte mică (bobina este scurtcircuitată).

Pentru a se depista alte defecte se măsoară rezistenţa întregului circuit atingînd cu palpatoarele masa şi borna izolată de masă. Rotindu-se balansierul în direcţia închiderii contactului, aparatul trebuie să arate rezistenţa bobinei. Rotindu-se balansierul mai departe, după deschiderea contactului rezistenţa măsurată trebuie să fie infinit (circuit deschis). Dacă aparatul indică altceva, circuitul este defect şi se măsoară rezistenţa fiecărui element, căutîndu-se locul în care circuitul este întrerupt sau scurtcircuitat.

Dacă reparaţia este bine executată, ceasornicul trebuie să funcţioneze corect cu 90% din tensiunea nominală.

Ceasornicele electrice de mînă sînt de puţin timp în exploatare şi varietatea lor este foarte mare; de aceea repararea lor este dificilă din lipsă de experienţă. Pentru a acumula experienţă este util ca ceasornicarul reparator să-şi noteze despre fiecare ceasornic electric separat următoarele date:

— denumirea ceasornicului (marca);
— principiul de funcţionare;
— data fabricaţiei;
— descrierea defectului (pe scurt);
— timpul de epuizare a bateriei;
— tensiunea nominală a bateriei;
— tensiunea limită la care mai funcţionează ceasornicul;
— rezistenţa circuitului.

În posesia acestor date repararea ceasornicului se face cu mult mai repede şi cu mai multă siguranţă.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cu ce scule trebuie să fie dotat un atelier în care se repară ceasornice electrice?
2. Care sînt defectele mai frecvente ale contactoarelor şi cum se remediază ele?
3. Care sînt defectele mai frecvente ale ceasornicelor cu armare electrică?
4. Cum se poate stabili dacă un ceasornic cu armare electrică are un defect mecanic sau electric?
5. Cum se repară un ceasornic armat cu motor electric?
6. Ce defecte pot avea ceasornicele sincrone?
7. Cum se face curăţarea şi ungerea ceasornicelor electrice de mînă?
8. Cum se depistează locul defectului la ceasornicele electrice de mînă?

CUPRINS

PARTEA ÎNTÎI

CEASORNICUL DE MÎNĂ ŞI DE BUZUNAR

Capitolul I. **Generalităţi** . . . 3
Capitolul II. **Mecanismul remontor** . . . 6
1. Generalităţi . . . 6
2. Tipuri constructive . . . 7
Capitolul III. **Mecanismul motor** . . . 11
1. Mecanismul motor cu casetă mobilă . . . 11
2. Legile casetei . . . 13
3. Arcul motor . . . 17
4. Mecanismul cu clichet . . . 18
Capitolul IV. **Mecanismul de transmisie** . . . 19
1. Generalităţi . . . 19
2. Scheme cinematice . . . 20
3. Fusuri şi lagăre . . . 22
4. Elemente danturate . . . 26
Capitolul V. **Eşapamentul ceasornicelor portabile** . . . 30
A. Clasificare şi generalităţi . . . 30
B. Eşapamentul cilindru . . . 32
1. Părţi componente . . . 32
2. Funcţionarea eşapamentului cilindru . . . 33
3. Limitarea amplitudinii de oscilaţie a cilindrului . . . 35
4. Reglarea eşapamentului cilindru . . . 36
C. Eşapamentul ancoră . . . 37
1. Clasificare . . . 37
2. Părţi componente . . . 38
3. Funcţionarea eşapamentului ancoră . . . 43
4. Mărimi caracteristice ale eşapamentului ancoră liber . . . 45
Capitolul VI. **Balansierul** . . . 48
1. Generalităţi . . . 48
2. Perioada de oscilaţie . . . 51
3. Tipuri constructive de roţi oscilatoare şi arcuri spirale . . . 52
4. Compensarea balansierului . . . 56
5. Lagărul balansierului . . . 60
6. Rola, butucul şi compasul de reglare . . . 64
Capitolul VII. **Mecanismul indicator** . . . 69
Capitolul VIII. **Scheletul mecanismului de ceasornic** . . . 71
Capitolul IX. **Carcasa ceasornicelor** . . . 72
Capitolul X. **Demontarea şi curăţirea ceasornicelor de buzunar şi de mînă** . . . 76
1. Demontarea . . . 76
2. Curăţirea ceasornicelor . . . 79
Capitolul XI. **Repararea mecanismului remontor** . . . 81
Capitolul XII. **Repararea mecanismului motor** . . . 86
Capitolul XIII. **Repararea mecanismului de transmisie** . . . 88
1. Lagărul cu piatră . . . 88
2. Asigurarea perpendicularităţii axelor . . . 90
Capitolul XIV. **Repararea eşapamentului** . . . 91

1. Repararea eşapamentului cilindru . . . 91
2. Repararea eşapamentului ancoră . . . 95
Capitolul XV. **Repararea balansierului** . . . 98
1. Axul balansierului . . . 99
2. Roata oscilatoare . . . 101
3. Arcul spiral . . . 103
Capitolul XVI. **Repararea mecanismului indicator** . . . 107
Capitolul XVII. **Asamblarea ceasornicului** . . . 109
Capitolul XVIII. **Verificarea preciziei de funcţionare a ceasornicelor** . . . 111
Capitolul XIX. **Aparate electronice pentru reglarea şi controlul ceasornicelor** . 112
A. Aparate pentru reglare . . . 113
1. Aparatul balans-O-matic . . . 113
2. Aparatul superspiromatic . . . 113
3. Aparatul adjustomatic . . . 114
B. Aparate pentru control . . . 114
1. Ampliscopul . . . 114
2. Vibrograful . . . 115

PARTEA A DOUA

CRONOMETRUL ŞI CRONOGRAFUL

Capitolul I. **Eşapamentul de cronometru** . . . 121
1. Generalităţi . . . 121
2. Tipuri constructive . . . 122
3. Funcţionarea eşapamentului de cronometru . . . 123
4. Dezavantajele eşapamentului de cronometru . . . 125
5. Comparaţia între cele două tipuri de eşapament şi cronometru . 125
6. Consideraţii generale privind cronometrele . . . 126
Capitolul II. **Cronograful** . . . 129
1. Cronograful obişnuit . . . 129
2. Tipuri constructive . . . 134

PARTEA A TREIA

CEASORNICE SPECIALE

Capitolul I. **Ceasornice de pontaj** . . . 135
1. Mecanismul de măsurare a timpului . . . 135
2. Mecanismul de imprimare . . . 136
Capitolul II. **Ceasornice pentru controlul paznicilor** . . . 138
Capitolul III. **Ceasornice avertizoare** . . . 140
Capitolul IV. **Ceasornice de comandă** . . . 142
Capitolul V. **Ceasornice cu schemă cinematică specială** . . . 144
1. Ceasornice cu mecanismul de durată special . . . 144
2. Ceasornice cu mecanism de numărare special . . . 145
3. Ceasornice cu mecanismul indicator special . . . 146
Capitolul VI. **Ceasornice de mînă cu semnalizare** . . . 147
Capitolul VII. **Ceasornice de mînă cu calendar** . . . 150
Capitolul VIII. **Ceasornice etanşe** . . . 153
Capitolul IX. **Ceasornice de mînă cu armare automată** . . . 157
A. Generalităţi . . . 157
1. Principiu de funcţionare . . . 159
2. Limitarea supraarmării . . . 162
3. Semnalizarea rezervei de mers . . . 162

4. Decuplarea armării manuale . . . 164
5. Fixarea greutăţii . . . 166
B. Sisteme de armare automată . . . 170
1. Armarea cu greutate oscilantă . . . 170
2. Armarea cu rotor (greutate rotitoare) . . . 172
3. Armarea cu inel dinţat . . . 186
4. Armarea cu mişcare liniară . . . 187

PARTEA A PATRA

APARATE ELECTRICE FOLOSITE ÎN CEASORNICĂRIE

Capitolul I. **Elemente de circuit** . . . 189
1. Rezistenţe electrice . . . 189
2. Bobine de inducţie . . . 194
3. Condensatoare . . . 196
Capitolul II. **Tuburi electronice** . . . 200
A. Dioda . . . 200
B. Trioda . . . 203
C. Tuburi electronice multigrilă . . . 206
D. Tuburi electronice cu gaze . . . 208
Capitolul III. **Tranzistoare** . . . 209
1. Generalităţi . . . 209
2. Principiul de funcţionare al diodelor . . . 209
3. Principiul de funcţionare al tranzistoarelor . . . 210
4. Construcţia tranzistoarelor . . . 211
Capitolul IV. **Circuite electrice** . . . 213
A. Circuite de redresare . . . 213
1. Generalităţi . . . 213
2. Circuite pentru redresarea unei singure alternanţe . . . 214
3. Circuite pentru redresarea ambelor alternanţe . . . 215
4. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii . . . 217
5. Circuite de filtrare . . . 218
B. Circuite oscilante . . . 219
1. Principiu de funcţionare . . . 219
2. Ecranarea circuitelor oscilante . . . 222
3. Construcţia circuitelor oscilante . . . 223
C. Circuite de amplificare . . . 224
1. Definiţie. Clasificare . . . 224
2. Amplificatoare de tensiune . . . 226
3. Negativări şi reglaje în amplificatoare . . . 227
Capitolul V. **Aparate electrice de conectare şi de protecţie** . . . 229
1. Întreruptoare şi comutatoare . . . 230
2. Relee şi fuzibile . . . 231
Capitolul VI. **Aparate electrice de acţionare** . . . 234
1. Electromagneţi . . . 234
2. Motoare electrice . . . 235
Capitolul VII. **Surse de curent electric** . . . 237
A. Surse de curent continuu . . . 237
1. Pile electrice . . . 237
2. Acumulatoare electrice . . . 238
3. Gruparea elementelor . . . 239
4. Generatorul de curent continuu . . . 240
5. Ridicarea tensiunii continue . . . 241
B. Surse de curent alternativ. Transformatorul . . . 241
Capitolul VIII. **Aparate electrice de măsurat** . . . 243
1. Generalităţi . . . 243

2. Aparate magnetoelectrice . . . 244
3. Aparate electromagnetice . . . 245
4. Aparate electrodinamice . . . 246
5. Aparate termoelectrice . . . 246
6. Măsurări electrice . . . 247

PARTEA A CINCEA

CEASORNICE ELECTRICE

Capitolul I. **Ceasornice cu armare electrică** . . . 250
A. Clasificarea ceasornicelor electrice . . . 250
B. Armarea ceasornicelor cu electromagnet . . . 251
1. Contactorul . . . 252
2. Sisteme de armare cu electromagnet . . . 253
C. Armarea ceasornicelor cu motor electric . . . 255
1. Armarea cu motor de curent continuu . . . 256
2. Armarea cu motor de curent alternativ . . . 258
Capitolul II. **Ceasornice electrice cu acționare directă** . . . 259
A. Mecanisme cu contactoare . . . 260
1. Ceasornice cu pendul . . . 260
2. Ceasornice cu balansier . . . 263
B. Mecanisme fără contactoare (cu tranzistoare) . . . 264
1. Ceasornice cu pendul . . . 264
2. Ceasornice cu balansier . . . 265
Capitolul III. **Ceasornice sincrone** . . . 267
1. Ceasornice sincrone cu pornire manuală . . . 269
2. Ceasornice sincrone cu autopornire . . . 271
3. Ceasornice sincrone cu autopornire și rezerve de mers . . . 271
Capitolul IV. **Ceasornice electrice de mînă** . . . 275
A. Ceasornice cu contactoare cu arc . . . 275
B. Ceasornice cu contactoare cu roți . . . 283
C. Ceasornice cu tranzistoare . . . 285
Capitolul V. **Instalații de ceasornice** . . . 289
A. Ceasornice principale . . . 289
1. Pendulul . . . 289
2. Dispozitivul de transmitere a mișcării la indicatoare . . . 290
3. Contactorul . . . 290
B. Ceasornice secundare . . . 291
1. Ceasornicul secundar cu armătură în formă de ancoră . . . 292
2. Ceasornicul secundar cu mers tăcut . . . 293
3. Ceasornicul secundar cu armătura polarizată . . . 293
4. Ceasornicul secundar cu electromagnet nepolarizat . . . 293
5. Ceasornicul secundar cu circuit de semnalizare . . . 294
C. Centrale de ceasornice electrice . . . 295
Capitolul VI. **Etaloane de timp și ora exactă** . . . 296
1. Definiția secundei . . . 296
2. Etaloane noi de timp . . . 298
3. Ora exactă . . . 301
Capitolul VII. **Repararea ceasornicelor electrice** . . . 302
1. Generalități . . . 302
2. Repararea contactoarelor . . . 304
3. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu electromagnet . . . 304
4. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu motor . . . 305
5. Repararea ceasornicelor cu acționare electrică . . . 306
6. Repararea ceasornicelor sincrone . . . 306
7. Repararea ceasornicelor electrice de mînă . . . 307